CEMAL YILDIRIM

BİLİM FELSEFESİ

Remzi Kitabevi

CEMAL YILDIRIM

BİLİM
Felsefesi

3. Basım



Remzi Kitabevi

BÜYÜK FİKİR KİTAPLARI DİZİSİ.35

ISBN 975-14-0294-8
KTB 91.34.Y.0030.0375

Remzi Kitabevi A.Ş.
Selvili Mescit S. 3 34440 Cağaloğlu-İstanbul
Tel: 522 7248 - 522 0583 Faks: 522 9055

Evrim Matbaacılık Ltd. Şti.
Selvili Mescit S. 3 34440 Cağaloğlu-İstanbul, 1991

ÖNSÖZ
(Birinci Basım)

Çağımızın aydını, her şeyden önce, bilimin anlamı ve bilimsel düşünmenin niteliği üzerinde sağlam bir anlayış kazanmış kişidir. Bu kitabın amacı bu anlayışı başlıca özellikleriyle ortaya koymak, bilimi bir bilgi yığını olarak değil, bir düşünme yöntemi olarak açıklamaktır. Modern dünyanın doğru yorumlanması, hiç şüphe yok ki, en başta "bilim" dediğimiz karmaşık fenomenin iyi anlaşılmasına bağlıdır. Kaldı ki, bilimin kavramsal yapısını inceleme, zihin eğitiminin çok etkin ve verimli bir olanağını sağlar. Son çeyrek yüzyıldan beri, fen öğretiminde olgusal bilgiden çok temel kavram ve ilkelere verilen önem, işlenmiş, hazır bilgiyi ezberleme yerine, bulma, doğrulama ve değerlendirme gibi düşünme süreçlerinin ön plana geçmesi bu olanağın eğitsel değerinden ileri gelmektedir.

"Felsefe" denince genellikle spekülatif nitelikte, hatta bazen sorumsuzca yürütülen bir düşünme biçimi akla gelir. Bu çağdaş felsefe için doğru olmadığı gibi, bilim felsefesi için hiç doğru değildir. Bilim felsefesi konu ve amacına uygun olarak, eleştirel ve analitik bir düşünme, çabasına dayanır. Spekülasyonun felsefede, hatta bilimde yerini inkâr etmemekle birlikte, ne bilim ne de aslında felsefe salt spekülatif düzeyde ilerleyemez. Biri nasıl gözlem veya deneyi son başvurma katı olarak kabul etmişse, diğeri de ister istemez, mantıksal çözümleme yönteminin denetimine girmek zorundadır. Kitabımızdaki yaklaşıma bu açıdan bakılması, bazı yanlış anlamaları önleme bakımından önemlidir.

Ele alınan konuların soyut niteliği ve dilimizdeki terminoloji keşmekeşliği göz önüne alınırsa, yazarın kitabı genel entelektüel düzeyde tutma yolunda karşılaştığı güçlük kolayca takdir edilir. Bununla birlikte, okuyucuyu gereksiz zorlamadan kurtarmak için kullandığımız dilin elden geldiğince basit, açık ve akıcı olmasına çalışılmıştır. Ne var ki, bilim felsefesi ile ilgili bir kitabı, basit bir roman okur gibi okumayı beklemek de haksızlık olur.

Bu kitabı yazmaya beni ilk teşvik eden Doçent Dr. Korkut Boratav'a

teşekkür borçluyum.

OR-AN (Ankara), Şubat 1973
Cemal Yıldırım

ÖNSÖZ
(İkinci Basım)

Bu kitabın ikinci basımına gitmemin tek nedeni ilk basımın tükenmiş olması değildir. Günümüzde toplum yaşamımızın hemen her kesiminde egemen olmaya yüz tutmuş birtakım sorumsuz, fanatik ve yıkıcı güçlerle, onların eylem ve tutkularını biçimleyen akıl-dışı öğretilerle karşı karşıyayız. Entelektüel birikimi cılız bir kültür ortamında, özgür düşünce eğitiminden yoksun gençlerin bu tür akımların baskı ve propagandasına dayanabileceğini bekleyemeyiz. Giderek ağırlığını duyuran fanatizmi kısa sürede etkisiz kılmanın yolu var mıdır, varsa, araçları nedir? sorusu yeteri açıklıkla henüz yanıtlanmış değildir. Ama uzun sürede bağnaz kafalarla savaşmanın belki de en etkili yolu eğitimin her düzeyinde genç kuşakların, "bilimsel anlayış" dediğimiz yöntemli kuşkuya yer veren, eleştiri ve tartışmaya açık, olgulara saygılı akılcı yaklaşımı benimsemelerini sağlamaktır. Unutmamak gerekir ki, bilimsel dünya görüşünü özümlememiş bir kültürde fanatizmin her türüne boy verme olanağı vardır. Kitap 1970'lerin başında bu gerçeğin bilinciyle kaleme alınmıştı; bugün de aynı amaçla, genişletilmiş ve geliştirilmiş olarak okuyucunun ilgisine sunulmaktadır.

Kitabın sonuna konan on dört seçilmiş metin bu baskının başlıca yeniliğini oluşturmaktadır. Tanınmış düşünür ve bilim adamlarından çevrilerek alınan bu örnek yazıların, hem bilim felsefesinde tartışma konusu kimi sorunlara ışık tutma, hem de okuyucuyu özgün düşünce ürünleriyle karşılaştırma yönlerinden yararlı olacağı inancındayım. Anlamı yitirmeksizin, açık ve anlaşılır bir dille aktarmaya çaba gösterdiğim bu okuma parçalanın okuyucuların, özellikle seminer çalışmaları yapan öğrencilerin, ilginç bulacaklarını ummaktayım.

Öte yandan, kitabın asıl metnini de bazı yeni eklemelerle (bu arada, ilk basımda gözden kaçmış dizgi yanlışlarını düzelterek), geliştirdiğimi sanıyorum. Ayrıca, ilk basımda pek yadırgamaksızın kullandığım yabancı kökenli sözcükleri büyük ölçüde ayıklayarak yerlerine, dilimizde kullanımı

giderek yaygınlık kazanan 1ürkçe sözcükleri koymaya özen gösterdim. Ancak bu aşamada köktenci bir tutum içine giremediğim için yeterince tutarlı kalabildiğimi söylemem güçtür. Ama, mantığın salt soyut ilişkileri dışında tam tutarlılığı nerede bulabiliriz ki!..

OR-AN (Ankara). Şubat 1979
Cemal Yıldırım

ÖNSÖZ
(Üçüncü Basım)

Bilim Felsefesi üçüncü basıma, EKLER bölümüne konan yeni bir metin (“Fiziksel Bilimlerde Matematik", F.J. Dyson) dışında içerik yönünden önemli bir değişikliğe uğramadan girmektedir. Bu arada kimi anlatım belirsizliklerini gidermek, paragraf ya da tümcelere açıklık kazandırmak için gerekli görülen ifade ve sözcük değişiklikleri yapılmıştır.

Kitabımın yeni bir basımı için beni yüreklendiren okuyucularıma, buna olanak sağlayan Remzi Kitabevi'ne teşekkür borcumu dile getirmek isterim.

İda Tepe, Akçay, Haziran 1991
Cemal Yıldırım

GİRİŞ

Bilim felsefesinin amacı kısaca bilimi anlamaktır, diyebiliriz. Ne var ki, bilimi anlamaya yönelik çeşitli yaklaşımlar vardır. Bilimi tarihsel gelişimini inceleyerek anlamaya çalışabiliriz. Günümüzde giderek önem kazanan bilim tarihinin yapmak istediği budur. Bir başka yaklaşım, bilimsel araştırmalarda bulunan kişilerin, tek tek ya da grup olarak taşıdıkları nitelikleri ve içinde bulundukları sosyal ve kültürel koşulları inceleyerek bilimi anlamaya çalışmaktır; bir başka deyişle, bilimin oluşum ve gelişiminde kişisel ve sosyal koşulların etkisine bakılarak bilimi açıklama yoluna gidilir. Psikoloji ve Sosyoloji bu açıdan bilime yaklaşır.

Bilime bir de mantık veya felsefe açısından bakılabilir. Bu açıdan bilim hem bir süreç hem de bir sonuçtur. Sonuç olarak bilim düzenli ya da organize bir bilgi bütünüdür. Bilgilerimiz “önerme” denilen dilsel ifade biçimlerinde yer aldığından, bu yaklaşıma göre bilimi anlama bir bakıma bu önermeleri inceleme, eleştirme ve çözümleme demektir. Önermeleri oluşturan terim ya da kavramları aydınlatma, bu kavramlar arasındaki ilişkileri belirleme, önerme ve kavramları mantıksal bir ilişki düzeni içinde kapsayan teori veya benzer sistemleri yapı ve işleyiş olarak açıklığa kavuşturma bu yaklaşımın başlıca özelliğini belirleyen süreçlerdir. Bu anlamda bilim felsefesi, bilimin dilsel yapısını çözümleme, eleştirme ve aydınlatma çabasından başka bir şey değildir.

Süreç olarak bilimi birtakım eylemsel ve düşünsel işlemlerin bir örgüsü sayabiliriz. Gözlem, deney, ölçme gibi olgu saptama amacı güden işlemler birinci grupta, indüktif ve dedüktif çıkarım, kavram ve hipotez kurma gibi işlemler ikinci grupta yer alan işlemlerin başlıcalarıdır. Hemen işaret etmeli ki, bilimsel süreçte yer alan işlemleri eylemsel ve düşünsel diye ayırmamız kesin olmaktan uzaktır. Birinci grupta toplanan işlemler için “daha çok eylemsel” ikinci grupta toplanan işlemler için ise “daha çok düşünsel” demek doğru olur. Gerçekten, ne derece eylemsel görünürse görünsün, hiçbir bilimsel işlem yoktur ki aynı zamanda düşünsel olmasın.

Bilimsel süreci oluşturan bu ve benzeri işlemlerin yapı ve işleyişini mantıksal çözümleme yoluna giden bilim felsefesi, bilimi anlama çabasını başlıca şu iki temel ayırım üzerinde yürütür: (1) Olgu ve teori ilişkisi; (2) Buluş ve doğrulama bağlamları. Bilimin, salt matematik ve formel mantık dahil, bütün diğer düşünme biçimlerinden ayıran belirgin özelliği olgusal oluşudur. Doğrudan ya da dolaylı olgulara ilişkin olmayan hiçbir sav, varsayım veya teori bilimsel olma niteliğini kazanamaz; olguların doğrulamadığı hiçbir önerme kabul edilemez. Öte yandan, olgular kendi başına bir şey ifade etmez, ancak bir hipotez veya teorinin ışığında bilimsel incelemeye veri niteliğini kazanırlar. Kant'ın deyişi ile kavramsız olgu kör, olguya dayanmayan kavram boştur. Bilim bu iki öğenin karşılıklı etkileşimini içeren bir süreçtir.

İkinci ayrıma gelince, bu olgusal ve teorik genellemelerin ortaya atılması ile bunların temellendirilmesi işlemlerinin apayrı düşünsel süreçlere dayandığını belirtme amacı gütmektedir. İlerde daha ayrıntılı göreceğimiz üzere ortaya atılmış bir hipotez ya da teorinin temellendirilmesi kuralları belli mantıksal nitelikte bir işlemdir. Oysa, olguları, açıklayıcı güçte bir hipotez ya da teorinin bulunması bilinen hiçbir mantık kuralına dayanmayan psikolojik bir olgu niteliğinde görünmektedir.

Bilim felsefesinin amaç ve konusunu açıklamaya çalışırken neyle uğraştığı kadar neyle uğraşmadığı da belirtilmelidir. Çoğu kez sanıldığının tersine ne bilim ve bilimin öğrettikleriyle tutarlı bir dünya görüşü geliştirmek; ne de bilimin sonuçlarına uygun bir davranış ve yaşam anlayışı ortaya atmak bilim felsefesinin görevleri arasında değildir. Aynı şekilde bilim felsefesi bilim adamlarının dünya görüşleri, ya da çalışmalarında dayandıkları kişisel varsayım ve değer yargılan ile de ilgilenmez. Bilim felsefesi, bilimin mantıksal çözümlemeye elverişli yapı ve işleyişini açıklama amacı dışında hiçbir işlevi olmayan bir düşünme biçimidir. Olguları betimleme ve açıklama yoluyla anlama bilime, bilimin mantıksal yapı ve niteliğini anlama ise bilim felsefesine düşen bir işlevdir.

Bu kitaptaki yaklaşımımızı belirgenleştirme yolunda bir noktaya daha değinmek yerinde olur. Çoğu kez sanıldığının tersine "Bilim Felsefesi" ile "Bilimsel Felsefe"nin özdeş olmadığını vurgulamak gerekir. Bilim felsefesi, daha önce de belirttiğimiz gibi, felsefeye özgü düşünme ve çözümleme

yönteminden yararlanarak, bilimin kavramsal yapı ve işleyişini aydınlatmayı amaçlar. Bilimsel felsefenin amacı ise felsefeye bilimin tutum ve yöntemiyle uyumlu bir nitelik kazandırmak, öylece felsefeyi, verimsiz, sorumsuz saydığı geleneksel uğraşından kopararak, sorunlarına topluca değil, bilimlerde olduğu gibi parça parça yanıtlar arayan ölçülü bir disiplin kimliği vermektir. Bu görüşü temsil eden Reichenbach şöyle demektedir:

Pek çok kimse için felsefe ile spekülasyonu ayırmak olanaksızdır. Bunlara göre filozof bilgi üreten yöntemlerle çalışmaz, bu bilgi ister olgusal nitelikte olsun, isterse mantıksal ilişkiler biçiminde olsun. Üstelik onun kullandığı dil, irdelenip doğrulanmaya açık da olamaz. Kısacası, onlar için felsefe bir bilim değildir. Oysa biz kitabımızda tam tersi bir tez savunmaktayız. Diyoruz ki, felsefi spekülasyon geçici bir aşamadır, felsefe sorunlarının çözümü için gerekil mantıksal çözümleme araçlarının yeterince gelişmemiş olduğu bir aşama. Gene diyoruz ki, "felsefeye bilimsel yaklaşım" diye bir şey vardır ve bunun izlerini geçmişte de bulmaktayız. Kitabımız bu yaklaşımdan kaynaklanıp günümüzde ortaya çıkan bu felsefeyi açıklamayı amaçlamaktadır. Öyle bir felsefe ki, çağdaş bilimde bulduğu yöntemlerle, daha önceleri yanıtlan ancak salt tahmine dayanan birtakım sorunlara kesin çözüm getirebilmektedir. Kısaca demek gerekirse, kitabımız felsefenin spekülasyondan bilime geçtiğini göstermek amacı ile kaleme alınmıştır.[{1}]

Ancak akla ister istemez şu soru gelmektedir. Felsefe spekülasyondan bilime geçtiğinde felsefe diye bir şey kalır mı ortada? Sorun felsefeyi bilimleştirmekten çok, bilime aykırı düşmeyen, onunla verimli etkileşim içine girebilen felsefe türünü oluşturmaktır, herhalde. Unutmamak gerekir ki, bilim felsefesi bilime karşı giderek artan ilgimizin bir sonucudur. Her dönemde felsefe o döneme özgü yaşantı biçiminin niteliğini taşır. Örneğin, antik dünyada felsefe doğanın döngül değişimi ve insanın siyasal niteliğine ilişkin görüşleri yansıtır. Ortaçağ boyunca Tanrı'ya ve dinsel yaşama yönelik ilgi ağırlığını sürdürür. Rönesans'tan günümüze kadar ise "bilim" dediğimiz doğayı anlama ve doğa güçlerini denetim altına alma eylemi egemen olmuştur. Bilim felsefesi, felsefi düşüncenin bu gerçeğe yabancı kalamayacağını simgelemektedir.

Birinci Kesim

BİLİMİN ANLAMI VE KAPSAMI

Bu kesimde dört bölüm yer almıştır. Birinci bölümde, bilimin anlamı ve bilimi anlamanın önemi; ikinci bölümde bilimin ortak-duyu, din ve felsefe ile ilişkileri; üçüncü bölümde, bilim ile mantık ve matematik gibi formel disiplinlerin ilişkisi; son bölümde ise bilim ile dilin ilişkisi üzerinde sorular ele alınmıştır. Bilim kavramını açıklığa kavuşturmak, bilim üzerinde doğru, geçerli ve toplu bir anlayış kazandırmak bu kesimin amacını oluşturmaktadır.

I. BÖLÜM

BİLİM NEDİR? ÖNEMİ VE TANIMI

Bilimin Anlamı

Bilimi anlamanın önemi nedir, buna neden gerek vardır? Bu soruya şu iki yönden yanıt verebiliriz. 1 — Bilimin uygulama sonuçları yaşamımızı giderek artan ölçülerde her cephesinde etkilemektedir; 2 — Bilimsel düşünceyi tanıma çağımız aydını için bir entelektüel zorunluluktur.

Bilimin yaşamımızı etkileyen uygulama sonuçları çok çeşitlidir. Her gün kullandığımız araç, aygıt ve makinelerin bir listesi bile bunların yaşamımızdaki önemini göstermeye yeter. Telefon, radyo, tren, uçak, otomobil, elektronik hesap makineleri, atom bombası vb. bilimin teknolojideki uygulamasından elde edilen, dünyamızı hızla değiştiren araçlardan başlıcalarıdır. Bilimsel yollardan edinilen bilgiler insanoğluna

doğal çevresini denetim altına alma olanağını sağlamış; doğa olanaklarını kendi yaşamını kolaylaştırma, daha rahat, daha güvenilir ve daha uzun yaşama yolunda kullanma yeteneğini vermiştir. 300 yıl önce, Francis Bacon, “Bilgi güç kaynağıdır.” demişti. Bilginin çok yönlü tükenmez bir güç kaynağı olduğu, insanoğlunun uzaya açılan teknik başarılarıyla günümüzde iyice ortaya çıkmıştır.

Bu sonuçlar bilimin bizim için önemli olan bir cephesini oluşturur. Bundan belki de daha önemli bir başka cephesi, bilimin güçlü bir düşünme yöntemi olmasıdır. Bilimsel düşünme yönteminin yapı ve özelliği, kitabımızın II. kesiminde ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Burada sadece bir iki noktaya değinmekle yetineceğiz.

Bilimsel düşünme belli bir kafa disiplini gerektirir. Bu disiplini kazanmış bir kimse her şeyden önce gerçeğe dönüktür; olaylara saygılıdır. Yargılarında tutarlı ve ihtiyatlı olmasını bilir; olgulara dayanmayan uluorta genellemelerden kaçınır; akla ya da ortak-duyuya ne kadar yakın görünürse görünsün hiçbir konuda önyargılara, dogmatik inançlara saplanmaz. Bilimsel düşünme yeteneğini kazanmış bir kimse için düşüncenin hareket noktası olduğu gibi, geçerlik ölçüsü de güvenilir gözlem verileridir. Gözlem verilerine ters düşen, ya da onları aşan, her türlü iddia, teori veya genelleme duygusal çekiciliği ne olursa olsun, şüphe konusu olmak zorundadır. Herhangi bir çıkarım ya da savın geçerliği, olgulara uygunluk gösterdiği kadardır.

Bilimsel düşünme belli bir dünya görüşüne dayanır. Bu görüş rasyoneldir; her türlü mistik ve doğaötesi görüşlerin karşısında yer alır. Doğada olup biten olayları, doğaüstü kuvvetlerin varlığını tasarlayarak değil, gene doğal olaylara başvurarak açıklamaya gider.

Son olarak bilimsel düşüncenin bir anlama, bir bulma ve doğrulama yöntemi olduğunu söylemeliyiz. İnsanlık uzun geçmişinde, aynı amaçlar için başka yolları da denemiştir. Mitoloji, din, metafizik gibi bilim dışı yollar, evreni anlama çabaları arasında sayılabilir. Fakat bu çabaların hiçbiri başarılı olmamıştır; bilimsel yöntemin sağladığı güvenilir bilgiye, olguları açıklama gücüne erişememiştir.

İlerde daha genişçe ve ayrıntılı olarak işleyeceğimiz bu üç nokta bilimin

entelektüel değerini belirten temel özelliklerdir. Demek oluyor ki, bilimin değeri bir yandan teknolojideki uygulaması ile faydaya yönelmiş icatlarda, öte yandan nitelikleri belli bir kafa disiplini, rasyonel bir dünya görüşü ve evrenin insanoğlu için sır olan yanlarını ve işleyişini anlama, açıklama ya da betimleme yöntemi oluşturmasında kendisini göstermiştir. Bu iki cepheli değer, yüzeyde uyuşmaz gibi görünse de aslında birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Çünkü, faydaya dönük teknolojik gelişmeler, temelde fayda gözetmeyen, salt insanoğlunun bilme ve anlama çabasına dayanan bilgi ve açıklamaları gerektirdiği gibi, bu tür bilgi ve açıklamaların kapsamını genişletme, geçerlik ve güvenirliği artırma bakımından da teknik araçlara gereksinme vardır.

“Bilim nedir?” sorusu çok sorulan sorular arasındadır. Ancak üzerinde henüz hepimizin birleştiği bir yanıtı verilmemiştir. Bu güçlüğün nedenleri arasında şu ikisi gösterilebilir:

1. Bilim donmuş, dural (static) bir konu değil, sürekli ve artan bir hızla gelişen, değişen bir etkinliktir.

2. Bilim inceleme konusu ve yöntemi yönünden kapsamı ve sınırları kesinlikle belli bir etkinlik değil, çok yönlü, sınırları yer yer belirsiz karmaşık bir oluşumdur.

Dural ve basit oluşumları bile tanımlamada çoğu kez güçlük çekeriz. Bilim gibi sürekli değişme halinde olan, yapısı karmaşık bir süreci, kesin açık ve herkesin kabul edeceği bir tanımla belirlemek ise büsbütün güç bir iştir.

Ancak bu güçlük ne bilginleri ne de bilim üzerinde düşünen filozofları bazı tanımlar ileri sürmekten de alıkoymamıştır. İlgili literatüre bir göz atmak ortaya atılmış tanımların sayı ve çeşit bakımından çokluğunu görmeye yeter. Biz bunlardan sadece önemli gördüğümüz birkaçı üzerinde duracağız.

Çok yaygın bir tanımlamaya göre bilim, örgün bir bilgiler bütünüdür. Bu tanım yetersizdir; ancak yetersizliğin nedenini açıklamadan önce, tanımın dayandığı iki terimin (“Bilgi” ve “Örgün”) anlamlarını belirtmeye ihtiyaç vardır.

“Bilgi” terimi günlük dilde çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır. Biz burada sadece teknik anlamını belirtmekle yetineceğiz. Bir şeyin bilgi sayılması

için şu üç koşulu karşılaması gerekir:

1. O şeyin bir önerme ile dile getirilebilir olması (Önerme, bir tümce ile dile getirilen doğru veya yanlış bir yargı demektir. Örneğin “Bakır bir iletkendir” tümcesi doğru bir önerme, “Dünya güneşten daha sıcaktır” tümcesi yanlış bir önerme dile getirmektedir).

2. Bu önermenin doğruluğunu gösteren güvenilir kanıt veya belgelerin olması.

3. Önermenin doğruluğuna inanılması.

Örneğin, dünyanın yuvarlak olması bilgilerimizden biridir. “Dünya yuvarlaktır” önermesi bunu dile getirmektedir. Üstelik önermenin doğruluğunu gösteren elimizde çeşitli kanıt veya belgeler vardır. Ayrıca çoğumuz önermenin doğruluğunu kabul etmekteyiz. Öte yandan “Dünya yuvarlaktır” önermesi herhangi bir önerme değildir; olgusal içerikli bir önermedir. “Yuvarlak nesneler biçimlidir” gibi bir önerme ise olgusal içerikten yoksundur. “Yuvarlak” sözü bir biçim türü ifade ettiğine göre, önerme aslında “Biçimli olan cisimler biçimlidir” demekten ileri geçemiyor. Oysa “Dünya yuvarlaktır” önermesi bize bir şey öğretiyor. Dünya yuvarlak değil, başka bir biçimde de olabilirdi; yuvarlak olması zorunlu değildir. “Örgün” terimine gelince, bilgilerimizi dile getiren önermelerin mantıksal bir ilişki içinde olması anlamına gelmektedir. Bilim bir yığın dağınık, ilişkisiz önermelerden oluşmamakta (bu önermelerin hepsi doğru olsa bile), bunların mantıksal yönden bir ilişki düzeni içinde yer alması, bir sistem oluşturması gerekmektedir.

O halde bilime örgün bir bilgiler bütünü gözüyle bakabiliriz. Ne var ki, bu tanım bir yandan çok geniş, öte yandan çok dar görünmektedir. Çok geniştir çünkü bilim dışında başka bazı şeyleri de aynı şekilde niteleyebiliriz. Örneğin bir telefon rehberi, bir üniversite kataloğu için de örgün bilgiler bütünü diyebiliriz. Ama bu tür şeylere bilim diyemeyiz. Tanım aynı zamanda çok dardır; çünkü bilgi, bilimi tanımlamada gerekli bir nitelik olmakla beraber, yeterli bir nitelik değildir. Bilgi bir üründür; bir sürecin sonucudur. Bilim bir sonuç olduğu kadar, hatta belki daha fazla, bir süreçtir. Bu süreç “Bilimsel düşünme”, “Bilimsel yöntem” ya da “Bilimsel araştırma” denilen bir bulma ve doğrulama çabasıdır. Söz konusu tanım

bilimin bu özelliğine yer vermediği için dar ya da eksik sayılmak gerekir.

Bir başka yaygın tanım da şudur: Bilim gerçeği (ya da "doğru"yu) arama etkinliğidir. Çok genel bir anlamda bu tanımı belki uygun görebiliriz. Ancak aynı tanımı felsefe, hatta sanat ve edebiyata da uygulamak olanağı vardır. Kaldı ki, tanımda geçen "gerçek" ya da "doğru" terimi açık ve belirli bir anlam taşımamakta, çeşitli bağlamlarda farklı anlamlar için kullanılmaktadır.

Bilimi, "İnsan deneyim ve yaşantısını betimleme, yaratma ve anlama yöntemi" olarak tanımlayanlar da vardır.[{2}] Burada "deneyim" ve "yaşantı" sözleri ile tüm bilinçli algılarımız dile getiriliyorsa (ki öyle olması gerekir) tanımın kapsamı çok geniş tutulmuş demektir; çünkü, bilim kadar hatta daha fazla sanat ve edebiyat çalışmaları da insan yaşantısını betimleme (tasvir etme), yaratma ve anlama çabasındadır.

Tanınmış bir bilim adamı, genellikle kabul edilmiş bazı tanımları eleştirdikten sonra, şöyle bir tanım ileri sürüyor: "Bilim, üzerinde herkesin birleşebileceği yargılan konu alan bir çalışmadır."[{3}] Bu tanım şu iki yönden açıklanmaya muhtaç görünüyor: (1) "yargı" sözü ile ne anlatılmak isteniyor? (2) "üzerinde herkesin birleşebileceği" koşulu neden ileri sürülüyor? Yazarın "yargı" sözü ile doğa olgularına ilişkin önermeleri dile getirmek istediğini düşünebiliriz. Bu doğru ise akla başka bir soru gelmektedir. Bilim doğa olaylarını mı, yoksa bunları dile getiren yargılan mı inceler? Dilin bilimdeki önemli yerini inkâr etmemekle beraber, bilimin doğrudan olguları değil, bunların ifadesi olan birtakım dilsel nesneleri konu aldığını söylemek pek akla yakın görünmüyor. Dil bir anlatım ve bildirim aracıdır; bilim dilden yararlanarak incelediği olguları ve ulaştığı sonuçları saptar. Bilginin yayılması, eleştiriye konu olması için de belli bir dilde ifade edilmiş olmasına ihtiyaç vardır. Ama gene de bilimin konusu olguların kendisidir, yoksa bunları dile getiren önermeler değildir, diyeceğiz.

Yazarın ileri sürdüğü koşula gelince, böyle bir sınırlamanın önemini hemen belirtmeliyiz. Böylece kişisel kalan, öznel, benzeri olmayan ya da mucize türünden "olgular"ın bilimsel incelemenin kapsamı dışına düştüğü; yalnız nesnel, herkesin inceleme ve eleştirisine açık olguların bilime konu olabileceği belirtilmiş olmaktadır.

Bilim kavramımızın genişlemesi ve derinleşmesi için önemli sayabileceğimiz iki tanıma daha değinmekte yarar vardır. Bunlardan biri ünlü bilgin Einstein'a, ötekisi çağımızın büyük düşünürü Russell'a aittir.

Einstein'ın tanımı: Bilim, her türlü düzenden yoksun duyu verileri (algılar) ile mantıksal olarak düzenli düşünme arasında uygunluk sağlama çabasıdır[{4}].

Russell'ın tanımı: Bilim, gözlem ve gözleme dayalı uslama (akıl yürütme) yoluyla önce dünyaya ilişkin olguları, sonra bu olguları birbirine bağlayan yasaları bulma çabasıdır[{5}].

Kısa bir karşılaştırma hem yetkili kalemlerden çıkan bu iki tanımı iyi anlamamıza, hem de aralarındaki temel farkı görmemize yardım edecektir.

Her iki tanımda da olgulardan ve mantıksal düşünme ya da uslamadan söz edilmektedir. Ancak Einstein'ın tanımında bilime duyu verileri olarak. konu oluşturan olgular düzensizdir. Algı dünyamız bir kaostan başka bir şey değildir. Düzen olgu dünyasının değil, mantığın, insan aklının bir niteliğidir. Bilim, aklın düzenleyici niteliğini, yani mantığı kullanarak olgu dünyasını anlaşılır kılmaya çalışır. Russell'ın tanımında ise akla olguları düzenleme görevi değil, gözlem yolu ile saptanan olgular arasındaki ilişkileri bulma görevi düşmektedir. Einstein'ın tam tersine Russell, doğayı düzenli saymaktadır. Bilim bu düzeni bulma ve dile getirme çabasıdır.

Bu karşılaştırmadan anlaşılacağı üzere Einstein bilime daha çok akılcı bir açıdan bakmaktadır. İlerde de göreceğimiz gibi, bilim ne salt aklın, ne de katıksız gözlem ve deneyin bir sonucudur. Kant'ın göstermeye çalıştığı üzere bilgilerimizin içeriğini duyu verilerimiz (algılarımız), biçimlerini soyut ussal kavramlar oluşturur. Bilim, algı verileriyle kuramsal düşüncenin sürekli etkileşimine dayanan bir süreçtir.

Tanımlar üzerindeki tartışmayı daha fazla uzatmamak için şöyle bir tanıma gidebiliriz: Bilim, denetimli gözlem ve gözlem sonuçlarına dayalı mantıksal düşünme yolundan giderek olguları açıklama gücü taşıyan hipotezler (açıklayıcı genellemeler) bulma ve bunları doğrulama yöntemidir. Bu tanımı açıklayıcı tartışmayı ilerde vereceğiz.

Bilimi Niteleyen Özellikler

Bilim kavramını belirlemeye çalışırken bazı özelliklerini göz önünde tutmak gerekir. Bunlar arasında başlıcaları aşağıda sıralanmıştır.

Bilim olgusaldır. Bilimin başta gelen ve onu mantık, matematik, din gibi diğer düşünme disiplinlerinden ayırt eden özelliği olgusal oluşudur. Bunun kısaca anlamı şudur: Bilimsel önermelerin tümü ya doğrudan, ya da dolayısıyla gözlenebilir olguları dile getirir. Bunların doğru ya da yanlış olması dile getirdikleri olguların veya olgusal ilişkilerin var olup olmamasına bağlıdır. Bilimde hiçbir hipotez veya teori gözlem ya da deney sonuçlarına dayanılarak kanıtlanmadıkça doğru kabul edilemez. Bilim kendiliğinden doğru sayılan, ya da tanım gereğince doğru olan önermelerle uğraşamaz. Bunlar çok kere içi boş, bilgi vermeyen, doğru ya da yanlışlığı olgulara değil, kendi anlamlarına bağlı olan önermelerdir. Örneğin: “Yeşil nesneler renklidir”; “Dört ayaklı hayvanlar hayvandır”; “2+2=4” gibi önermeler bu tür önermelerdendir.

Yeşil bir şeyin renkli olup olmadığını saptamak için gözleme başvurmaya gerek yoktur. “Yeşil” ve “renk” sözlerinin anlamlarını bilmemiz yeter. Bu tür önermelere analitik önermeler diyoruz. Matematik ve mantık önermeleri bu gruba girer. Öte yandan “Dünya yuvarlaktır”, “Sabit basınç altında gazlar ısıtılınca genleşir”, “Ankara Türkiye’nin başkentidir” gibi önermeler “sentetik”tir."

Dünyanın yuvarlak olup olmadığını, “dünya” ile “yuvarlak” sözlerinin anlamlarına bakarak saptayamayız; bunun için gözleme başvurmak zorunludur. Bilimsel önermeler bu gruba girer.

Bilim mantıksaldır, Bu özellik iki yönden kendini göstermektedir: (a) Bilim ulaştığı sonuçların her türlü çelişkiden uzak, kendi içinde tutarlı olmasını ister. Birbiriyle çelişen iki önermeyi doğru kabul etmez. (b) Bilim bir hipotez ya da teoriyi doğrulama işleminde mantıksal düşünme ve çıkarsama kurallarından yararlanır. Hipotezlerin veya teorik önermelerin bir özelliği doğrudan test edilememeleridir. Bir teoriyi doğrulamak için gözlem olgularına başvurmak gerekir. Ancak bunu yapabilmek için önce teoriden birtakım gözlenebilir sonuçlar (bunlara ön deyiler de diyebiliriz) çıkarmaya ihtiyaç vardır. Bu çıkarsama işlemi ise dedüktif mantığın kurallarına

dayanmaksızın başarılamaz.

Bilim nesnel (objektif)dir. Birçok kimseler bilimsel nesnelliği mutlak bir anlamda yorumlarlar. Bu doğru değildir. Kuşkusuz bilgin doğruyu arama çabasında kişisel eğilim, istek ve önyargıların etkisinde kalmamaya, olguları olduğu gibi saptamaya çalışacaktır. Ancak unutmamalıdır ki, bilim, sanat, edebiyat, felsefe gibi bir insan uğraşıdır. Bir hipotezin kurulmasında veya seçiminde bilim adamı ister istemez bazı değer yargılarına, hatta bir ölçüde kişisel duygu ya da, beğenilere yer vermekten kaçınamaz. Bilimde özellikle bulma, belli kurallara indirgenebilen bir süreç değildir. Yeni bir hipotez veya teorinin ortaya konması aklımıza olduğu kadar, hatta belki daha fazla, sezgi ve muhayyilemize dayanan, yaratıcı bir oluşumdur. Kaldı ki, en basit gözlemlerimizde bile tam ve katıksız bir nesnellik sağlanamaz. İnsanoğlu bir fotoğraf makinesi değildir; bütün algılarımız bazı varsayım ve kavramlar çerçevesinde oluşmaktadır. Günlük yaşamda olduğu gibi bilimde de çevremizde olup biten her şeyi değil, ancak bazı şeyleri algılar veya gözlemleriz. Yaşama veya araştırma amacımıza göre bir seçmeye gitmek, ancak konumuza ilişkin olgularla ilgilenmek bizim için hem doğal, hem de bir zorunluluktur. Böyle olunca, bilimde nesnellik mutlak değil, sınırlı ve özel anlamda yorumlanmak gerektir. Bu da bilimsel olma iddiası taşıyan her sonuç veya “doğrunun” güvenilir olması, bir kişi veya grubun tekelinde değil, kamunun (meslek çevresinin) soruşturmasına açık ve elverişli olacak biçimde dile getirilmesi demektir.

Bilim eleştiricidir. Bilim, ne denli akla uygun görünürse görünsün, her sav ya da teori karşısında, hatta bu sav veya teori yerleşmiş, herkesçe kabul edilmiş olsa bile, eleştirici tutumu elden bırakmaz. Bilim bu tutumunu yalnız bilim dışı görüşlere karşı değil, kendi içinde de sürdürür. Bilimde her teori veya görüş olgular tarafından desteklendiği sürece “doğru” kabul edilir. Yeni bazı olguları açıklama gücünü gösteremeyen, ya da bazı gözlem verilerinin doğrulamadığı bir teori er geç daha önceki statüsüne bakılmaksızın eleştiriye tabi tutulur; ya bilinen tüm olguları kapsayacak biçimde değiştirilir. Ya da buna olanak yoksa bir yana itilir; yerine daha güçlü bir teori konmaya çalışılır.

Örneğin: Newton'un yerçekimi hipotezi 200 yıl boyunca bir doğa yasası olarak kabul edildiği halde, geçen yüzyılın sonlarına doğru bazı olguları

açıklamada yetersizliği görülünce, eleştiriye uğramış, daha sonra daha güçlü olan Einstein teorisine yerini bırakmak zorunda kalmıştır. Bu da gösterir ki, bilimde hiçbir "doğru" değişmez değildir.

Bilimin bu kendi kendini eleştirme özelliği ona kendi kendini düzeltme olanağı vermiştir. Bilimde hiçbir hata veya yanlışa sapma sürekli olamaz. Gözlem verilerinin durmadan artması doğrulama sürecinde süreklilik kazandırmakta, bu da hataların ayıklanmasına, bilgilerimizin giderek daha güvenilir olmasına yol açmaktadır. Kendi kendini eleştirici ve düzeltici bir süreçte dogmalara, değişmez "doğru"lara elbette yer yoktur.

Bilim genelleyicidir. Bilim tek tek olgularla değil, olgu türleri ile uğraşır. Bu nedenledir ki, sınıflama bilimsel araştırmada ilk adımı oluşturur. "Belli koşullar altında su 100°C'de kaynar", "Bakır iletkendir", "Bir gazın hacmi, sıcaklık sabit tutulduğunda, basınçla ters orantılı değişir" gibi önermeler tek tek olguları değil, fakat kapsamı sınırsız olgu sınıflarına ilişkin özellikleri dile getirir. Bilimsel önermeler genelleme niteliğinde olup ya bir sınıf olgunun paylaştığı bir özelliği, ya da olgular arasında değişmez bazı ilişkileri dile getirir. Bilim açısından tek bir olgunun kendi başına bir önemi yoktur; o ancak inceleme konusu bir olgu sınıfına üye ise, dolayısıyla bir genellemeyi doğrulama (veya yanlışlama) işleminde kanıt görevini görüyorsa önemlidir.

Bilim başka bir bakımdan da geneli arayıcıdır. Yetkili bilim çevresinin denetim ve eleştirisine açık olmayan, kişiye özgü kalan bulgu veya "doğrular" bilimsel nitelikten yoksundur. Bilimin bu kamuya açıklık niteliği, onun belli bir dil ya da ifade vasıtası ile anlatılır olmasına bağlıdır. Kamuya açıklanamayan, kişisel kalan bulgular ne denli önemli olursa olsun, bilimsel türden bilgi sayılamaz. Bilim, benzer koşullar altında belli bir yöntemle daima aynı sonuçların elde edilmesi gereğine bağlıdır. Bu gereği karşılayamayan, elde edilen bulgulara ne yoldan ulaşılacağı dile getirilemeyen kişisel başarılar, bizim için şaşırtıcı ya da çok göz kamaştırıcı olabilir, fakat bilimsel olamaz.

Bilim seçicidir. Evrende olup biten olgular çeşit ve sayı yönünden sonsuzdur. Bilimin bunların tümü ile ilgilenmesi hem gereksiz hem de olanaksızdır. Bir olgunun bilime veri niteliği kazanabilmesi için ya inceleme konusu bir probleme ilişkin olması, ya da bir hipotez veya teorinin

test edilmesinde kanıt değeri taşıması gerekir. Bu bakımdan bilimsel araştırmaya konu olan olgular, tüm olguların ancak küçük bir parçasını kapsamaktadır. Bilimsel nitelik taşıyan bütün gözlem ve deneyler, ancak belli bir hipotezin ışığında belli olgulara yöneldiğinde etkinlik kazanır. Gelişigüzel yürütülen, olgular arasında seçici olmayan bir gözlem ya da deneyin güvenilir sonuç vermesi şöyle dursun, bir enerji ve zaman kaybından başka bir şey olduğu söylenemez. Bilgin olgu istifi yapan bir koleksiyoncu değildir, o ancak araştırma amacına uyan, cevabını aradığı sorulara ilişkin olguları saptamaya çalışır.

Bilim de bütün diğer girişim ve çabalarımız gibi, açık veya üstü örtük birtakım temel inançlara dayanır. Varsayım denen bu inançlarımız düşünme ve hareketlerimizin temelde yatan gerekçelerini oluşturur. Örneğin, sabahleyin rastladığımız bir kimseye “günaydın” dememiz gibi son derece basit bir davranışın bile dayandığı bir varsayım vardır. Hitap ettiğimiz kişinin Türkçe bildiğini farz etmiş olmalıyız ki, ona başka bir dilde değil Türkçede seslenmiş olalım. Bunun gibi çok daha karmaşık bir etkinlik olan bilimsel araştırma da, çoğu kez ifade edilmeyen, hatta belki bilinç altında tutulan, bazı temel inanç ve varsayımlara dayanmaktadır.

Bunları şöyle sıralayabiliriz:

1) Kendi dışımızda bir olgular dünyasının varlığı,

2) Bu dünyanın bizim için anlaşılabilir olduğu,

3) Bu dünyayı bilme ve anlamanın değerli bir uğraş oluşturduğu.

Birinci varsayım, çevremizde olup bitenlerin hayal ürünü değil, gerçek olduğu; bu gerçek dünyanın algılarımızdan bağımsız, bilgilerimize göre biçimlenmeyen nesnel bir varlığı olduğu görüşünü içermektedir. İkinci varsayım bilgi edinmenin olanak dışı olmadığı, üçüncü varsayım ise bilginin değerli şey olduğunu söylemektedir. Gerçekten, temelde incelemeye konu bir dünyanın varlığını, bu dünyanın bizim için anlaşılır olduğunu, gene bu dünyayı anlamanın değerli bir uğraş olduğunu kabul etmemişsek, bilim bir anlama çabası olarak gerekçesini yitirir, anlamsız bir hareket olarak kalır.

Bu temel varsayımlar yanında özellikle doğa bilimleri için gerçekliği söz

götürmez birkaç varsayımı daha belirtebiliriz.

Bilimsel incelemeye konu olan gerçek dünya gelişigüzel değil, olguların düzenli ilişkiler içinde yer aldığı, tutarlı, kapristen uzak bir dünyadır. Örneğin, suyun hangi koşullar altında donduğu, hangi koşullar altında kaynadığı, bu tür değişmez, düzenli ilişkilerdendir. A, B, C, koşulları altında suyun donacağını D, E, F, koşulları altında ise kaynayacağını bekleriz. Aynı koşullar altında suyun bazen donduğu, bazen kaynadığı görülse idi böyle bir bekleyiş için olanak kalmazdı. Olguların gelişigüzel yer aldığı kaprisli bir dünyada, olup bitenlerin gerisindeki temel ilişkileri arayan, bunları dile getirip açıklamaya çalışan bilim için de olanak yok demektir.

Her olgu, bizim için saptanabilir olsun olmasın, kendinden önce yer alan başka olgulara bağlı olarak ortaya çıkar. Bunun kısaca anlamı şudur: Nedensiz olgu yoktur ve bu neden doğanın kendi içindedir. Bu varsayımdan hareket eden bilim, herhangi bir olgunun açıklanmasını o olgunun ortaya çıkış koşullarına başvurarak yapar. Örneğin, suyun kaynaması için 76 cm baro-metrik basınç altında sıcaklığın 100°C'ye çıkmış olması gerekir. Burada suyun kaynaması bir sonuç, belli ölçülerdeki basınç ve ısı ise birer ön koşuldur. Sonuçla ön koşullar arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak şöyle gösterebiliriz:

$$Y = f\,(X_1, X_2 \ldots X_n)$$

Formülde, “Y” sonucu, “X_1, X_2 ... X_n”ler de ön koşulları göstermektedir. “f” ise ilişkinin fonksiyonel olduğunu ve bu fonksiyonda “Y”nin bağımlı, “X_1”nin ise bağımsız değişken olduğunu belirtmektedir.

Bilim gözlem konusu bütün olguların zaman ve uzay içinde yer aldığını kabul eder. Bu ise, zaman ve uzayın “realite” denilen gerçek dünyanın temel boyutları olduğu inancına dayanır. Olguların zaman ve uzayla sınırlandırılması bilimi, ilkece gözlem konusu olamayacak birtakım doğa dışı “nesne”lere yönelmekten alıkoyduğu gibi, bu tür nesneleri inceleme konusu yapan çalışmaların bilimsel olamayacağı yargısını da temellendirmektedir. Örneğin din, mitoloji ve metafizik incelemeler gibi.

Bilim “var olan her şeyin bir miktarda var olduğu” ilkesine bağlıdır. Bu

nedenledir ki, bilginler elde ettikleri bulguları nicelik türünden dile getirmeye büyük önem verirler. Deney sonuçlarının basit gözlemle değil, ölçme yolu ile saptanması ve bunların sayısal terimlerle ifadesi bilimde giderek önem kazanan bir gelişmedir. Örneğin sıcaklık, sertlik, yoğunluk, öğrenme yeteneği, yaratıcılık vb. değişkenlerin zamanla ölçülebilir bir biçimde tanımlandıklarını ve bu tanımlara uygun geliştirilen ölçme araçları kullanılarak ölçüldüklerini görmekteyiz. Bir bilimde ölçme tekniğinde erişilen yetkinlik o bilimin ilerleme derecesini saptamada önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Bir tür ölçmeye başvurmayan bir çalışmaya bilim demek artık çok güç görünmektedir.

Bilimin dayalı olduğu varsayımlara ilişkin Einstein'ın şu sözleri önemle üzerinde durulmaya değer:

> *Teorik kavramlarımızla gerçek dünyayı anlamanın olanaklı oldu()u inancı olmaksızın, dünyamızın iç uyumuna inanmaksızın, bilim denen şeyin ortaya çıkması beklenemezdi. Bu inanç her türlü bilimsel buluşun temel itici gücüdür ve daima öyle kalacaktır*{6}.

Bilime egemen temel varsayımların (Kepler'in düşüncesinde görüldüğü gibi) metafıziksel nitelikte olduğuna değinen tanınmış çağdaş fizik bilginlerinden biri de şöyle demektedir:

> *Modern teorik fizikçi de, bilerek ya da bilmeyerek, en az bir metafiziksel ilkenin güdümündedir. Doğanın yeni yasalarını bulma çabasında o, bu yasaların matematiksel olarak basit ve açık bir biçimde dile getirilebileceği inancını taşır. Böyle bir inancın güdümünde olmaksızın, fiziğin bir tek genel yasasını bulma olanağı düşünülemez bile;*{7}.

Yukarda kısaca değindiğimiz temel varsayımların metafıziksel nitelikte olup olmadığı sorusu ayrı bir inceleme konusudur. Ancak şu kadarını belirtelim ki, bilimin son 300 yıllık süre içindeki baş döndürücü gelişmesi dayandığı varsayımların geniş ölçüde geçerli olduklarını kanıtlayıcı niteliktedir.

II. BÖLÜM

BİLİM, ORTAKDUYU, DİN ve FELSEFE

Bilim ile Ortakduyu

“Ortakduyu” bir toplumun herhangi bir aşamasında doğru ya da geçerli diye kabul ettiği inanç, düşünce ve varsayımın tümü anlamına gelir. Günlük yaşında kullanılan ve geliştirilen, toplumun yaygın kültürel etkileriyle oluşan, özel bir eğitime bağlı olmayan düşünme biçimine ortakduyu diyoruz. Ortakduyu ne bilim gibi kendi kendini eleştirici, ne olgulara tam saygılı, ne de felsefe gibi soyut ve spekülatif bir düşünme biçimidir. Bununla birlikte ortak-duyu bilim de dahil bütün diğer düşünme biçimlerinin ortak ve geniş temelini oluşturur.

Bilimle ortakduyuyu kesin bir çizgi ile ayırmak güçtür. Bilimi, geniş bir açıdan, ortakduyunun giderek incelen, soyutlaşan ve tutarlık kazanan bir uzamını saymak yanlış olmaz. Bu nokta birçok bilginin gözünden kaçmamıştır. Örneğin, Einstein'ın şu sözleri bilimle ortakduyuyu hemen hemen bir tutan görüşünü açıkça yansıtmaktadır:

> *Bilimin tümü, işlenmiş sağduyudan başka bir şey değildir*{8}.

Aynı görüşü, gene ünlü bir bilgin olan Oppenheimer de dile getirmiştir:

> *Bilimle ortakduyunun birbirini tutmadığı, çeliştiği düşüncesini ileri süren filozoflara inanmayınız. Bilim ortakduyuya dayalıdır, onunla çelişkiye düşemez*{9}.

Bu görüş yaygın olmakla birlikte, herkesçe kabul edilmiş değildir. Üstelik bazı noktalarda bilimin ortakduyu ile çelişkiye düştüğü de görülmüştür. Bilginler dünyanın yuvarlak olduğunu çeşitli kanıtlarla ortaya atıncaya kadar ortakduyu dünyayı düz kabul etmiştir. Aynı şekilde, ortakduyu için hareket halinde bulunan bir cismin hareketi onu harekete geçiren kuvvet uygulandığı sürece devam eder; kuvvet kesildiğinde hareket er geç sona erer, cisim bir yerde sabit kalır. Bilim bize ilk bakışta çok doğru gelen bu

düşüncenin yanlış olduğunu göstermiştir. Nitekim Newton fiziğinde hareketin birinci yasası bunun tam tersini dile getirmektedir:

> *Her cisim, dış bir kuvvet uygulanmadığı sürece, hareket halinde ise bir doğru üzerinde hareketini, duruyorsa bu durumunu korur.*

Demek oluyor ki, bilimsel bulgularla ortakduyunun her zaman aynı yönde olduğunu söylemek güçtür. Ünlü düşünür Bertrand Russell, bilim dallarının hepsinde ortakduyu kavramlarının, özellikle ilk gelişme dönemlerinde çok önemli bir yer tuttuğu görüşünü paylaşmakla birlikte, ikisi arasındaki temel ayrılıkları üç noktada toplanmaktadır. Ortakduyu, Russell'a göre, (1) aşırı bir güven içinde kuşkuya yer vermemektedir, (2) açık ve seçik olmaktan uzaktır, (3) kendi içinde yeterince tutarlı değildir. Buna karşılık bilimsel düşünmeyi niteleyen özellikler arasında belli ölçüde kuşkuya yer verme ve ihtiyatlı kalma, açık ve belirgin bir dil kullanma, her türlü çelişki ya da tutarsızlıktan kaçınma gibi özelliklerin önemli yer tuttuğunu görüyoruz.

Aşağıdaki şema bilimle sağduyunun karşılaştırmasını şu üç ölçüt üzerinden vermektedir. Gözlem, Kavram ve Teori[10].



Şemadan da anlaşılacağı üzere, ortakduyu düzeyinde gelişigüzel, dağınık olan gözlemler bilim düzeyinde sistematik ve denetime bağlı bir nitelik almaktadır. Aynı şekilde, ortakduyuda kavramlar çoğu kez belirgin değildir. Kullanılan terimler genellikle çok anlamlı ve kalitatiftir. Oysa bilim bulgularını açık, belirli ve elverdiği ölçüde kesin bir dille, kantitatif kavramlarla ifadeye çalışır. Teori yönünden de iki düşünme biçimi farklı düzeylerdedir. Bilimde hiçbir teori ya da hipoteze, akla ne denli yakın görünürse görünsün, kesin bir gözle bakılmaz. Doğru ve en güçlü görülen teoriler bile yeni gözlem ya da deney sonuçlarına göre reddedilebilir. Bu ihtiyatlı tutuma ortakduyuda rastlamamaktayız. Ortakduyuya dayalı birçok inanç ve görüşler, olgularca hiç desteklenmediği halde, hatta olguların

yanlışlamasına karşın, doğruymuş gibi kabul edilir: tersi düşüncelere ise zihinler çoğu kez kapalı tutulur. Bu yüzden, bilimde gördüğümüzün tersine, sağduyuda kendi kendini düzeltme düzeneği ya çok yavaş yürür, ya da yeterince etkili işlemez (Bkz. Ek 1: — Bilimsel Görüşe Geçiş, J. Bronowski).

Bilim ile Din

Din ile bilimin ilişkisine gelince, bunlar tarih boyunca birbirleriyle sürekli çatışma halinde olan iki düşünme biçimidir. Genel bir anlamda her ikisi de evreni açıklama amacı güder; fakat kullandıkları yöntemler ve bağlı oldukları dünya görüşleri çok farklıdır. Daha önce de belirttiğimiz gibi bilim, olguları saptama ve açıklamada gözlem ve gözleme dayalı mantıksal düşünmeyi kullanır. Oysa din, metafizikten pek farklı olmayarak, sevgi inanç ve duygu ile karışık, olgulardan kopuk bir akıl yürütmeye dayanır. Dünya görüşü yönünden birine gerçekçi-rasyonalist, ötekisine mistik-rasyonalist diyebiliriz. Bu karşılaştırmayı daha somut yapmak için, dini oluşturan başlıca özellikleri belirtmeye ve bilimle çatışmaya düştüğü kesin noktayı bulmaya ihtiyaç vardır. Bütün büyük dinler incelendiğinde şu üç öğenin ya da işlevin yapılarında var olduğu görülür[{11}]:

1. Birtakım ahlak kuralları,

2. Belli tapınma biçimleri,

3. Metafizik nitelikte bir inançlar sistemi.

Bilimle dinin çatışması sadece son nokta bakımındandır. Çünkü din bilimin evreni açıklama ve insan için anlaşılır kılma çabasına bu noktada ortak olmuştur. Din evrenin kökeni, kuruluşu ve işleyişi üzerinde birtakım inançlara (metafizik hipotezlere) sahiptir. Bu inançların her biri dogma niteliğindedir: doğruluğundan şüphe edilmez. Kaldı ki, dinin söz götürmez bir kesinlikle doğru kabul ettiği metafizik hipotezleri bilimsel yoldan doğrulama olanağı da yoktur. Örneğin, bu inanç ya da hipotezlerden biri, Tanrının varlığı ile ilgilidir. Hemen bütün gelişmiş dinler belli özellikleri olan bir Tanrının var olduğu savına dayanır. Ne var ki, bu savın ne doğruluğu ne de yanlışlığı gözlem ve deneye başvurularak saptanamaz.

Dinler bu konudaki savlarının doğruluğunu başka yollara (vahiy, sezgi, kutsal kitap, geleneksel otorite ve benzer kaynaklara) başvurarak savunurlar. Sonuçta böyle bir savın kabulü veya reddi kişisel bir inanç sorunu olarak kalır. Ne inanan kimse inancının doğruluğunu, ne de inkâr eden kimse inkârını bilimsel yoldan ispat edebilir. Şu kadar ki, ikisinin birden doğru olması mantıksal açıdan olanaksızdır.

Din, inançlar sisteminde, bilimin tam tersine, düzeltme, gelişme veya herhangi bir değişiklik kabul etmez. Yanılma olasılığına yer vermediği için kendi kendini eleştiri yoluyla hatalardan arındırma olanağı yoktur. Dinsel her inanç kesin ve evrensel doğruluk iddiasına dayanır. Oysa bilimde hiçbir teori kesinlik iddiası gütmez; er geç bir gün değişikliğe uğrama, hatta tümden reddedilme olasılığını gözden uzak tutmaz. Dinle bilimin çatışması, dinin olgulara dayanmaksızın evreni açıklama yolunda ortaya attığı metafizik öğretilerden vazgeçmediği sürece sürüp gideceğe benzer. Çünkü bu tür inançları, giderek kapsamını geliştiren bilimsel bulgu ve doğrularla bağdaştırmanın yolu yoktur.

(Bkz. Ek 1: — Bilimsel Görüşe Geçiş, J. Bronowski.)

Bilim ile Felsefe

Bilim ile felsefenin ilişkisi çok daha yakın ve açıklanması güçtür. İkisinde de amaç dünyayı ve insan yaşantısını anlamaktır. Aralarındaki fark yöntem yönündendir. Bilim olgulardan hareket eder, ulaştığı sonuçları gene olgulara dönerek temellendirmeye uğraşır. Felsefe de, bir çeşit olgu demek olan insan yaşantısından hareket eder. Fakat felsefe ulaştığı sonuçları temellendirme yolunda olgulara değil, mantıksal çözümlemeye hatta bazen düpedüz metafizik spekülasyona gider.

Tarih içinde insanoğlunun akıl yolu ile evreni kavrama çabası çok gerilere uzanır. Bilimlerin ortaya çıkışı ise çok yenidir. Başlangıçta, şimdi çeşitli adlar altında var olan bütün bilimler felsefenin kapsamı içinde yer almıştı. XVII. yüzyıla gelinceye kadar fizik bile “doğa felsefesi” adı altında, bilimsel kimliği henüz yeterince belirgin olmayan, bir bakıma metafizik nitelikte bir çalışma idi. Psikoloji ve sosyolojinin felsefeden kopması ise daha da yenidir. O kadar ki, bazı üniversitelerde bugün bile bunların felsefe

programlarında yer aldığını görmek olasıdır. Bununla birlikte son 300 yıllık gelişmelere bakıldığında, sırasıyla fizik, kimya, biyoloji, psikoloji, sosyoloji gibi çalışmaların felsefeden koparak bilimsel kimlik kazandıkları görülür. Bütün bu ayrılmalarda iki ortak nokta göze çarpmaktadır: (1) Sınırları aşağı yukarı belli bir inceleme alanı; (2) Bu alana uygun araştırma yöntem ve teknikleri. Her iki yönden belli bir gelişme düzeyine erişen bir çalışmanın felsefede kalması olanaksızdır. Böyle bir çalışma felsefeden bağımsız hale gelmekle, ilerleme olanaklarını artırmakta, bulgularında daha açık, daha güvenilir olma niteliğini kazanmakta, doğal ya da sosyal çevrenin denetim altına alınmasına yol açan bilgi üretme gücünü elde etmektedir. Oysa felsefenin bu tür bilgi üretme gücü yoktur, amacı da aslında bu değildir. O halde şöyle bir soru karşımıza çıkmaktadır: Felsefe devam edecek mi, edecekse görevi nedir?

Felsefe elbette yaşamını sürdürecektir. İlk bakışta, pek de dayanaklı görülmeyen bu yargıya bizi götüren nedenleri açıklamadan, çağdaş bir filozofun felsefenin değeri üstüne söylediği şu sözlerini not edelim:

> *Felsefe... size ün servet elde etmek, ya da çalıştığınız yerde ilerlemek için yardım sağlamaz; size ünlü kişilerin övgüsünü kazandırmada, diğer insanlarla ilişkilerinizde daha kibar ve geçimli olmanıza da yardımcı olmaz. Felsefe okumakla huyunuzun daha soylu olacağını ya da halkın "Filozofça tavır" dediği o çok aranan tavrı kazanacağınızı da beklemeyiniz; diş ağrısına katlanmada, yaşamın güçlüklerine göğüs germede herhangi bir kimseden farkınız olmayacaktır. Filozof da herkes gibi ayakkabı bağı koptuğunda, ya da treni kaçırdığında küfretmekten kendini alamaz: bir çiviye bastığında, ya da dilini dişlediğinde, herkes gibi o da ne duyduğu acıyı, ne de kızgınlığını gizleyecektir.*
>
> *Filozoflar yaşamlarını yoluna koymada hiç kimseden daha başarılı değillerdir. Astroloji, Spiritüalizm, "Hıristiyan bilimi" Psiko-analiz ve insanlığın manevi başarıları için bulunmuş diğer çağdaş aspirinlerin tam tersine, felsefe öğrencilere ne kendilerini nasıl idare edecekleri, ne de geleceği nasıl kestirecekleri bakımından herhangi özel bir*

bilgi sağlamaz. Dünya çapında ünlü hiçbir filozof size dostluk kurma, başkaları üzerinde etkili olma, aşağılık duygunuzu yenme konusunda bir şey söylemez. Aynı şekilde felsefe, sizi ne beklenen herhangi bir tehlikeden korur, ne yalnızlığınızı giderebilir, ne de korkunuzu dağıtabilir veya çağdaş dünyanın giderek artan kaosu karşısında size sığınabileceğiniz bir yer gösterebilir.

O halde felsefenin gereği nedir? Okuması çetin, anlaması zor bir konu; incelediği şeyler açık olmaktan uzak, üstelik profesörleri de yazdıklarında oldukça karanlık. Felsefeyi anlayarak okumak için bir rehber hocanın yardımına ve tartışma fırsatına ihtiyaç var. Bu güçlüklere karşın, pratik hiçbir yararı da yok. Filozofun çabalarını ödülle şereflendirme diye bir şey de yok ortada; felsefe bilgisi hiçbir işverenin değerlendirdiği bir nitelik olmadığı gibi, kişiyi yaşamında başarılı kılacak bir güçle de donatmamaktadır. Öyle ise felsefe Öğreniminin gereği var mıdır?

Bu sorunun tek yanıtı vardır: Anlama ihtiyacını tatmin etmek. Bazılarımız kendimizi içinde bulduğumuz bu şaşırtıcı dünyanın anlamını bilmek, genellikle insan yaşamının, özel olarak kendi kişisel varlığımızın önemini, ve mümkünse amacını anlamak ister. Yaşamın amacı nedir ve nasıl yaşanmalıdır? Felsefe bu tür sorularla ilgilenir: Bunlara kesin yanıtlar bulmak için değil, sadece üzerinde düşünmek ve tartışmak, bizden daha üstün kişilere akla yakın görünen yanıtları gözden geçirmek için ilgilenir. Öyle ise diyeceğiz ki, felsefe ruhun evren üzerindeki serüveninin bir betimlemesidir. Bir kısım insanlar bu zihinsel ve spritüal macerayı izlemede büyük zevk buluyorlar; bunlara filozof diyoruz. Onların açtıkları ışıklı yolda adım atmayı yalnız bu zevki paylaşanlara öğütleriz[12].

Yukardaki parçadan da anlaşılacağı üzere felsefenin işlevi, insanoğluna pratik bir çıkar ya da yarar sağlama değil, olsa olsa onun bilme, anlama ve gerçeği görme merakını gidermedir. Felsefi düşüncenin temelinde bu

anlama ve bilme merakı, insanoğlunun evren karşısındaki hayret ve tecessüsü yatar. Bu hayret ve tecessüs kaybolmadıkça felsefe devam edecektir. İnsanoğlu yalnız çıkar ya da yarara yönelik bir yaratık değildir. O, evrenin yapı ve düzenini, yaşamanın değer ve amacını, madde ve ruh ilişkisini, bilgilerimizin güvenirlik derecesini, iyi, güzel ve doğrunun niteliklerini bilmek ister. Felsefe bu isteği karşılama çabasıdır ve onu iki yoldan gerçekleştirmeye çalışır:

1) Evrende olup bitenlerin gerisindeki gerçeğe inmek; 2) Bilgilerimizi, iyilik, doğruluk ve güzellik kavramlarımızı eleştirip aydınlığa çıkarmak. Birinci yoldaki çabadan metafizik, ikinci yoldaki çabadan felsefenin diğer geleneksel kolları olan bilgi teorisi, etik (ahlak teorisi), estetik ve mantık doğmuştur.

Metafizik tek tek olguları, ya da görünüşteki olguları değil, evrenin tümünü, değişmez ve asıl olan nitelikleriyle salt akılla anlama ve öğrenme çabasıdır. Metafizik yapan filozoflar gözlem ya da deney yoluyla doğrulanma olanağı olmayan "açıklayıcı" sistemler kurmuşlardır. Ne var ki, bu sistemler çoğu kez birbiriyle çelişki içinde olmuştur. Her sistem belli bir görüşün, kişisel eğilim ve yaşantılara bağlı belli bir bakış açısından evrene yaklaşımın bir ürünüdür. Bu nedenle birtakım ortak sonuçlara ulaşacakları beklenemez.

Metafizik, evrene ilişkin bize gerçek bilgi verme amacını güder. Ancak bu bilgiyi gözleme dayalı bir akıl yürütme ve ulaştığı sonuçları olgularla temellendirme yolundan değil, salt akıl yürütme yolundan elde edebileceği savındadır. Bu sav, bilimlerin bilgi edinmede kullandıkları yöntem anlayışı ile ters düşmektedir. İnsanlığın düşünce tarihinde metafiziği bilimin yerini alma çabasında haklı gösteren hiçbir somut başarı örneğine rastlamamaktayız.

Felsefe, konusu bakımından evrenseldir. Başka bir deyişle insan yaşantısına giren her şey felsefeye konu oluşturabilir. En basit bir algı öğesinden (örneğin, dokunduğum masanın sertliği) en karmaşık bir düşünme sistemine (örneğin, Einstein'ın genel rölativite teorisi) kadar her şey felsefeye inceleme konusu olabilir. Şu kadar ki, felsefe bilgi üreten bir uğraş değildir, onu bir bilgi çeşidi saymak da yanlıştır. Felsefenin amacı bilgi sağlamak değil, başka yollardan (örneğin ortakduyu, bilim, din vb.) sağlanan, ya da sağlandığı ileri sürülen bilgileri eleştirmek, açıklığa kavuşturmaktır. Felsefe

bu işlevini mantıksal çözümleme ve kavramsal düşünme yoluyla yerine getirmeye çalışır. Bunu bir örnekle göstermek için şu iki soruyu ele alalım:

1. İslâm dininde erkeğin kadına göre üstün tutulduğu doğru mu?

2. Doğru denilen şeyin ne olduğunu kesinlikle bilebilir miyiz?

Bu sorulardan ilki olgusal bir sorudur; yanıtını bilimsel araştırma yoluyla verebiliriz. İkinci soru kavramsal bir sorudur; cevabını, “doğru” ve “bilmek” terimlerinin anlamlarını aydınlatmak yolundan verebiliriz. Bilim birinci tür sorularla, felsefe ikinci tür sorularla ilgilenir. Birinde olgu toplamak, diğerinde mantıksal çözümlemeye gitmek zorunluluğu vardır. Felsefe Sokrates’ten günümüze gelinceye dek ve günümüzde artan bir ölçüde, inceleme konusu ister metafizik nitelikte, ister dinsel nitelikte olsun, kavramsal çözümleme yöntemini kullanmaktadır.

Geleneksel felsefe daha çok metafizik sistemler kurarken yüzyılımızın başından beri felsefede giderek güçlenen eğilim, mantıksal çözümleme yoluyla günlük düşünce ve bilimde kullanılan kavramların aydınlatılması biçiminde belirmiştir. O kadar ki, felsefeyi mantıksal düşünmeye indirgeme ya da onunla bir tutma düşüncesi çok yaygın bir eğilime dönüşmüştür. B. Russell daha 1914'te mantığı felsefenin özü diye nitelemiş; R. Carnap daha da ileri giderek felsefeyi nerdeyse mantıkla bir tutmuştur[13]. O ve izleyicilerine göre felsefenin tek geçerli işlevi mantıksal çözümleme yoluyla bilimsel kavram ve ilkeleri eleştirmek: ve aydınlatmaktır. Carnap'ın bağlı olduğu Mantıksal Empirizm ekolü için, metafizik yararsız, boş ve aldatıcı bir uğraşıdır. Evrenin gerçek niteliği, insan varlığının anlam ve amacı üzerinde yürütülen spekülatif düşünme, yerini ölçülü, sorumlu ve bilimsel nitelikte bir mantıksal çözümlemeye bırakmak zorundadır. Çünkü bu gibi konularda metafiziğin öteden beri ileri sürdüğü genel yargılar insanın heyecan ve duyarlığına hitap eden fakat hiçbir zaman olgusal olarak doğrulanamayan şiir türünden ifadeler olmaktan ileri geçmemiştir (Bkz. Ek 2: — Bilim ve Felsefe, R. Carnap).

III. BÖLÜM

BİLİM ve FORMEL DİSİPLİNLER

Mantıksal Düşünme

Mantık, rasyonel ya da mistik, her türlü düşünme biçimleri arasında en soyut ve genel olanıdır ve hepsinin temelinde yer alır. Mantığın genel ilkeleri bütün konularda geçerlidir, yere ve zamana bağlı değildir. Örneğin, “Düşünme Yasaları” diye bilinen şu üç ilkede bu özelliği apaçık görmekteyiz. (“P” bir önerme değişkenidir, herhangi bir önerme yerine kullanılmıştır):

1. P doğru ise, P doğrudur. (Bu ilke kimi kez, “Bir şey A ise A'dır” diye ifade edilir.)

2. P hem yanlış, hem doğru olamaz. (“Bir şey hem A, hem de A değil olamaz”.)

3. P ya doğru, ya da yanlıştır. (“Bir şey ya A'dır, ya da A değildir.”)

Bu ilkelerin geçerliği evrenseldir{14}. Yalnız bizim dünyamız için değil. Olası tüm dünyalarda bu böyledir. Bunları ve benzeri ilkeleri inkâr etmek kendimizle çelişkiye düşmek olur. Düşünme konumuz ve düşünme tarzımız ne olursa olsun bu ilkeleri doğru saymak zorunluluğundan kurtulamayız. Bu bakımdan, birer düşünme biçimi olan bilimi, matematiği, hatta felsefeyi anlamak için mantığı bilmek gerekir.

Kaldı ki, mantık bilimsel düşünmenin vazgeçilmez bir aracı olarak da bizi yakından ilgilendirir. Her bilim kolunun amacı kendi alanına giren olguları saptama ve açıklamadır. Bilimler ancak gözlem veya deney yolundan giderek olguları saptar; saptanan olguların açıklanması ise mantıksal bir işlemdir. Mantıksal kurallardan yararlanmaksızın ulaşılan sonuçların güvenilir bilgi oluşturup oluşturmadığını denetlemek çoğu kez olanaksızdır. Gerçi empirik bilimler ulaştıkları sonuçları matematikte olduğu gibi ispatlama yoluna gitmezler. Ancak bunları sağlam gözlem verileriyle bir

çeşit temellendirme, ya da belgeleme zorunluğundan da kaçınamazlar. Öyle olmasaydı, bilimsel bulguları dile getiren önermeler birtakım inanç ya da iddiaları dile getiren birer cümle olmaktan ileri geçemez, bilgi olma niteliğini kazanamazlardı. İleride göreceğimiz üzere, bilimsel yöntemin başlıca öğelerini oluşturan açıklama, ön-deme (prediction) ve doğrulama gibi işlemlerde mantık vazgeçilmez bir araçtır.

Bilimsel düşünme ve bilgi edinmede mantığın işlevi bu derece önemli olduğuna göre, mantık anlayışımızı biraz derinleştirmeye ihtiyaç vardır. Mantığın konusu nedir? Mantıksal düşünmeyi niteleyen özellikler nelerdir?

Mantık olguların açıklanması ile değil, doğru düşünme kuralları ile uğraşır. Ne var ki, düşünme aynı zamanda psikoloji denilen olgusal (empirik) bir bilim dalının da konusudur. O halde mantıkla psikoloji arasındaki fark nedir? Kısaca belirtmek gerekirse, psikoloji için düşünme (düş görme, kızma, uyuma gibi), bir davranış biçimi, bir olgudur. Her olgu gibi düşünme de bazı koşullar altında oluşmakta ve etkinlik kazanmaktadır. Psikoloji bu koşulları tanıma ve saptama için birtakım gözlem ve deneylere başvurur; düşünme çeşitlerini belirlemeye çalışır; elde ettiği sonuçları açıklamak için hipotezler kurar, bunları gözlem veya deney yollarından temellendirme olanakları arar. Mantığın düşünmeye yaklaşımı ise çok farklıdır. Mantık için düşünme bir gözlem verisi olarak değil, bazı kurallara uygun yürüyüp yürümemesi yönünden inceleme konusudur. Mantık, bilimdeki betimleme ve açıklama yerine bir tür değerlendirme işlemi kullanır. Başka bir deyişle düşünmenin geçerliği ile ilgilenir. Hangi düşünme kalıpları geçerli, hangileri geçersiz, bu ayrımı yapmaya elverişli ölçütleri, “akıl yürütme” denilen düşünme biçimine geçerlik niteliğini veren kuralları saptamaya çalışır. Mantık için önemli olan yargılarımızın doğruluğu değil, yargılarımız arasındaki ilişkilerin doğruluğudur. Örneğin,

(1) Bütün insanlar ölümlüdür

(2) Sokrates bir insandır

gibi yargılarımızı dile getiren önermeler doğru, ya da yanlış olabilir; mantığın görevi bunu saptamak değildir. Bu tür olgusal önermelerin doğruluğunu saptama bilimlere ait bir iştir. Mantık, böyle verilmiş bir veya birkaç önermeyi doğru sayarsak, başka ne gibi bir önermeyi daha doğru

saymamız gerektiği sorusuna cevap arar. Nitekim, mantık bize, yukarıdaki iki önermeyi doğru kabul ettiğimiz takdirde, şu önermeyi de,

(3) Sokrates ölümlüdür.

doğru kabul etmemiz gerektiğini söyler. Bu tutarlılık yönünden zorunludur ve bu zorunluluk mantıksaldır.

Şimdi örneğimizdeki üç önermeyi çıkarım (argument) biçimi içinde vererek, aralarındaki mantıksal ilişkiyi göstermeye çalışalım:

1. Bütün insanlar ölümlüdür.
(1) 2. Sokrates bir insandır.
____
3. O halde, Sokrates ölümlüdür.

Yukarıda da belirttiğimiz gibi bu çıkarım zorunludur; çünkü ilk iki önermeyi doğru, üçüncü önermeyi yanlış sayamayız. Bir çıkarımda öncüller (çizgi üstündeki önermeler) sonucu (çizgi altındaki önerme) zorunlu kılıyorsa, o çıkarım mantıksal olarak geçerli demektir. Mantıksal geçerlik çıkarımda yer alan önermelerin ya da bunların doğruluk değerinin bir özelliği değildir. “Mantıksal geçerlik” dediğimiz şeyi çıkarımın içeriği değil, biçimi belirlemektedir. Bu noktayı açıklığa çıkarmak için (1)’deki çıkarımı salt biçim olarak verelim:

1. x, A ise, x, B’dir.
(2) 2. x bir A'dır.
____
3. O halde x, B'dir.

Burada, A’nın, B'nin ve x’in neler olduğu belli değildir. Ama öncüller gene sonucu zorunlu kılmakta, çıkarım geçerliliğini sürdürmektedir. A, B, x ne olurlarsa olsunlar, eğer x, A ise ve A olan her şey aynı zamanda B ise, x’in B olduğu mantıksal kesinlik kazanır.

(2)'deki örnek bir çıkarım kalıbıdır. Kalıp geçerli olduğu için, kalıba uyan bütün somut çıkarımlar da geçerlidir. (1)’deki gibi her somut örnek genel nitelikte olan kalıbın özel bir halini oluşturur. Mantık, somut örneklerle değil, sayısı sonsuza varan bu örneklerin özel hal oluşturduğu genel ve soyut nitelikteki kalıplarla ilgilenir. Kuşkusuz, bu kalıpların hepsi geçerli

değildir. Örneğin değişik bir kalıp ya da biçimi belirleyen şu çıkarım,

1. x, A ise, y. B’dir.
(3) 2. x, A değildir.
3. O halde y, B değildir.

geçerli değildir. İşte mantık, hangi çıkarım kalıplarının geçerli, hangilerinin geçersiz olduğunu etkin ve kesinlikle ayırt etmemize yarayan çıkarım kuralları denilen birtakım ölçütleri bulmaya ve saptamaya çalışan ve bu kuralları uygulama teknikleri geliştiren bir biçimsel (formel) bilimdir. ,

Mantıksal Doğruluk

Geçerli bir çıkarım kalıbı ile mantıksal doğruluk arasında sıkı bir ilişki vardır. Her çıkarım koşullu bir önermeye (ya da önerme biçimine) çevrilebilir; eğer çıkarım geçerli ise, çevrildiği önerme mantıksal yönden doğru demektir. Örneğin,

1. Ahmet şimdi ya kitap okuyor, ya da satranç oynuyor.
(4) 2. Ahmet şimdi satranç oynamıyor.

---

3. O halde, Ahmet şimdi kitap okuyor.

çıkarımının geçerli olduğunu biliyoruz, çünkü özel hal oluşturduğu genel kalıp (“P”, “Q” önerme değişkenleri, “V” işareti “veya” simgesi, “~” işareti ise “değil” simgesi olarak kullanılmıştır.)

1. P ∨ Q
(5) 2. ~ Q
3. O halde, P

geçerlidir[{15}]. Geçerli olan bu kalıbı koşullu önerme biçiminde şöyle yazarız (“∧” işareti “ve” simgesi, “⟶” işareti ise “eğer...ise” simgesi olarak kullanılmıştır):

(6) $[(P \lor Q) \land {\sim}Q] \longrightarrow P$

Gene mantıksal kurallardan bu ifadenin zorunlu olarak doğru olduğunu biliyoruz. Tıpkı, daha önce sözünü ettiğimiz “Düşünme Yasaları” gibi bu

önerme biçimini alan önermeler de çelişmeye düşülmeksizin inkâr edilemez.

Mantıksal olarak doğru olan önermeler tüm önermeler içinde küçük bir yer tutar. Önermelerin büyük çoğunluğu için doğruluk ancak olgusaldır. Örneğin, “Bütün insanlar ölümlüdür”, “Ahmet şimdi ya kitap okuyor ya da satranç oynuyor”, “Yağmur yağıyorsa, yerler ıslaktır”, “Sokrates ünlü bir filozoftur”, “Elimde mavi bir kalem var” gibi önermeler bu tür olgusal önermelerdir. Bunlar doğru da olabilirler, yanlış da. Ne doğrulukları ne de yanlışlıkları zorunludur. Bu nedenle, doğru da olsalar, inkâr edilebilirler ve inkârları bizi çelişkiye düşürmez.

Doğruluğu mantıksal olan önermelerle doğruluğu olgusal olan önermelerin arasındaki farkı belirtmek için şu iki örneği karşılaştıralım:

(1) Dünya yuvarlaktır.

(2) Dünya ya yuvarlaktır, ya yuvarlak değildir.

Birinci önerme olgusaldır; doğruluğu birtakım gözlemlerle saptanmıştır. Biri çıkıp, “Dünya yuvarlak değil, düzdür”, dese bilinen bir gerçeği inkâr etmiş olur, ama mantıksal bir hataya (çelişkiye) düşmüş olmaz. İkinci, önermede durum tam tersidir. Önce önerme olgusal içerikten yoksundur; böyle olduğu için doğruluğu birtakım gözlemlerin sonucuna değil, önemenin biçimine bağlıdır. Öyle ki, dünya ister yuvarlak olsun, ister düz, isterse başka bir biçimde olsun, önermenin doğruluk değeri değişmemektedir. Bu yüzden önermeyi inkâr edemeyiz; dünya ne yuvarlaktır, ne de yuvarlak değildir, diyemeyiz.

Mantık dilinde birinci tür önemeler “sentetik”, ikinci tür önermelere “analitik” önermeler denmektedir. Sentetik önermelerin doğruluğu *a posteriori*, analitik önermelerin doğruluğunu *a priori* biliriz[16]. Başka bir deyişle, sentetik bir önermenin doğru ya da yanlış olduğu. gözlem veya deneye başvurularak; analitik bir önermenin doğruluğu ise gözlem veya deneye gitmeksizin saptanabilir. Bunun nedenini açıklamak için, önermelerin biçimlerine bakmak gerekir. Genellikle sentetik önemelerin aldığı tüm biçimleri şu temel biçime indirgemeye olanak vardır:

A, B'dir.

Bundan da anlaşılacağı üzere, B, A'nın bir parçası ya da A'da zaten olan bir özellik değil, A'ya verilen yeni bir özelliktir. Oysa analitik önermelerde öznede olmayan yeni bir özellik söz konusu değildir. Örneğin,

Tüm yuvarlak cisimler yuvarlaktır, önermesi, düpedüz

A, A'dır.

demekten ileri geçmemektedir. Bunun gibi, “Dünya ya yuvarlaktır, ya yuvarlak değildir.” önermesi de bize dünyaya ilişkin hiçbir şey söylememektedir. Bu önerme mantıksal olarak doğrudur, çünkü önermenin aldığı biçim

$P \vee \sim P$

bunu zorunlu kılmaktadır. Önermede biçimi oluşturan şey, “veya”, “değil” gibi mantıksal terimlerdir. Tikel bir önermeyi simgeleyen P'ye doğruluk değeri olarak ister “doğru” verilsin, ister “yanlış”, bileşik önermenin doğruluk değeri değişmez.

Yukarda, analitik-sentetik, *a priori* - *a posteriori* diye yaptığımız iki katlı ayrımı şematik olarak şöyle gösterebiliriz[17]:

Doğruluğu Saptama Yönünden *a priori a posteriori*

a priori

a posteriori

İçeriği Yönünden
Analitik
Yuvarlak cisimler
yuvarlaktır.

Sentetik

Dünya yuvarlaktır.

Bu ayrım, empirik bilimlerle, formel disiplinler (mantık ve matematik) arasındaki temel farkı belirtmesi bakımından da önemlidir. Empirik bilimlerde tüm önemeler sentetik, formel disiplinlerde analitik niteliktedir. Bu noktai, aşağıda matematik önermeleri ele aldığımızda daha belirgin hale gelecektir.

Dedüktif ve İndüktif Çıkarımlar

Mantıkla bilimin ilişkisi üzerinde dururken dedüktif ve indüktif çıkarım türleri arasındaki farkı belirtmek yerinde olur. Genellikle herhangi bir çıkarımı değerlendirirken şu iki noktayı saptamaya çalışırız:

(1) Çıkarımın dayandığı öncüller doğru mudur?

(2) Öncülleri doğru kabul edersek, sonucu da doğru kabul etmek zorunlu mudur?

Daha önce belirttiğimiz gibi mantık, bu sorulardan yalnız ikincisi ile ilgilenir. Birinci soru, öncüller sentetik türden önermeler ise, mantığın değil, bilimlerin konusudur. Örneğin öncüller karbon atomunun yapısı ile ilgili önermeler içeriyorsa, birinci sorunun en güvenilir cevabını bir fizik bilgininden, insanlarda kalıtsal niteliklerin geçişi ile ilgili ise bir biyologdan bekleyebiliriz. Aynı şekilde problem çözme yeteneği ile zekânın ilişkisini bize mantık değil, psikoloji öğretir.

Bir çıkarımda incelemeye konu olan şey öncüllerle sonucun nasıl bir ilişki içinde olduğu sorunudur. Sonuç, öncüllere dayanılarak ileri sürülen bir sav ya da iddiadır. Öncüller, sonuçta ileri sürülen iddianın doğruluğunu kanıtlama görevi ile yükümlüdür. Bu görevin tam yerine getirilmesi için öncüllerin sağladığı kanıtların,

(a) Sonuçtaki sava ilişkin,

(b) Sonuçtaki sav için yeterli

olması gerekir. Başka bir deyişle, geçerli çıkarım için sonuca dayanak diye verilen kanıtların iddia ile ilgili olması ve birlikte iddiayı zorunlu kılması istenir. Örneğin,

(a) *Bazı hekimler politikacıdır,* çünkü (b) *insanlar hastalanınca hekime başvururlar.*

çıkarımında (a) önermesi iddiayı, (b) önermesi iddiayı desteklemek üzere verilen kanıtı ifade etmektedir. Her iki önermeyi de doğru kabul edebiliriz. Ne var ki, (b) önermesi, (a) önermesindeki iddianın doğruluğu için kanıt niteliği taşımamaktadır. (b) önermesinin doğruluk değeri, (a) önermesinin doğruluk değerini etkileyici rol oynamamaktadır. İki önerme, bildiğimiz kadarı ile, birbirinden bağımsızdır. Bu nedenle, örnekteki çıkarımda (eğer buna bir çıkarım demek yerinde ise) kanıtlayıcı önerme doğru olmakla birlikte, iddiaya ilişkin değildir; daha doğrusu kanıtlayıcı niteliği görünüşte kalmaktadır.

Ancak, (b) önermesi yerine,

(b’) Hastalar arasında politikacılar da vardır.

gibi bir önerme koyduğumuzda durum değişir; bu önermeyi hem doğru hem de bir ölçüde sonuca ilişkin kabul edebiliriz.

İkinci nokta, sonuca ilişkin olan kanıt veya kanıtların yeterliliği sorunudur. Nitekim (b') önermesi sonuca ilişkin olmakla birlikte, sonucun doğruluğu için yeterli değildir. Çünkü, hastalar arasında politikacıların bulunması bazı durumlarda hekimlerin politikacı olmasına belki yol açabilir; ancak bu sonuç zorunlu değildir. Öte yandan,

(b') Bazı politikacılar hekimdir

gibi doğru kabul edebileceğimiz bir önerme hem sonuca ilişkin, hem de sonucun doğruluğu için yeterlidir, diyeceğiz.

Demek oluyor ki, sonuca ilişkinlik ve sonuç için yeterlik koşulları yerine getirildiğinde çıkarım geçerlik kazanmakta, koşullardan biri, ya da ikisi

yerine getirilmediği hallerde ise çıkarım geçersiz kalmaktadır. Aslında koşullardan ilkini karşılamayan bir düşünme ya da sözdizimine gerçek anlamında çıkarım bile diyemeyiz. Bu nedenle mantıksal değerlendirme birinci koşulun gerçekleşmiş olması ile başlar.

Öncüllerin sağladığı kanıtların sonuç için yeterliliği sorunu dedüktif ve indüktif çıkarım tipleri arasında bir ayrıma bizi götürmektedir. Kanıtların yeterliliği yalnız dedüktif çıkarımlarda bir olanaktır; indüktif çıkarımda öncüller ne denli yüklü olursa olsun hiçbir zaman sonuçtaki iddiayı zorunlu kılacak güce erişemezler[18]. Bunun nedenini kısaca şöyle belirtebiliriz: Dedüktif çıkarımda, sonuç öncüllerdeki kanıtlarla sınırlıdır: onları aşan bir iddia ileri süremez. Daha doğrusu, dedüktif çıkarımda sonuç üstü örtük de olsa öncüllerde vardır; çıkarımın görevi çoğu kez saklı olan iddiayı belirtik ve açık hale getirmektir. Örneğin,

Bazı öğrenciler politikacı değildir.

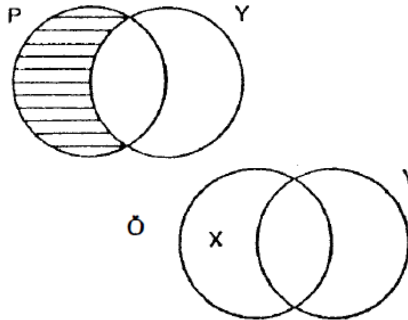
önermesi, şu iki önermenin ilişkisinde vardır:

Bütün politikacılar yalancıdır.

Bazı öğrenciler yalancı değildir.

Basit bir akıl yürütme bunun böyle olduğunu göstermeye yeter. Bütün politikacılar yalancı ise, bir kimsenin politikacı olması için yalancı olması gerekir. O halde, yalancı olmayan öğrenciler, politikacı da olamazlar. Bunu Venn diyagramları ile de gösterebiliriz (“P” dairesi politikacıları, “Y” dairesi yalancıları, “Ö” dairesi ise öğrencileri temsil etmektedir.)

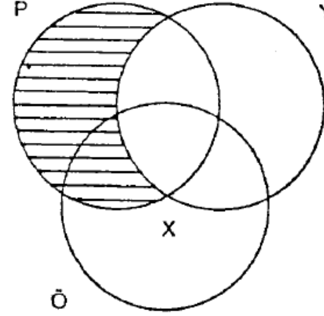
Bütün Politikacılar yalancıdır.



İki önerme[19], bir çıkarımın öncülleri olarak birleştiğinde, şöyle bir ilişki

ortaya çıkarmaktadır:

1. Bütün politikacılar yalancıdır.
2. Bazı öğrenciler yalancı değildir.



İki öncülü birlikte dile getiren diyagrama baktığımızda sonuç olan üçüncü önermenin, yani,

Bazı öğrenilen politikacı değildir.

önemesinin de belirmiş olduğunu görmekteyiz. Öncülleri temsil etmek üzere çizilen diyagramın sonucu da kendiliğinden vermesi, sonucun öncüllerde gömülü olduğunu açıkça göstermektedir. Dedüktif çıkarıma özgü olan bu özelliği indüktif çıkarımda görmemekteyiz. Bu nedenle indüksiyona bir çıkarım demek yerine bir genelleme yöntemi demek belki daha doğru olur. Aşağıdaki örnekte de gördüğümüz gibi, sonuç, öncüllerde verilen gözlemlere dayalı ama kapsamı yönünden bu gözlemleri aşan bir genelleme ortaya koymaktadır:

Öncüller {
1. A Afrikalıdır ve zencidir.
2. B " " "
3. C " " "
.
.
.
.
2. K " " "

Sonuç: O halde, tüm afrikalılar zencidir.

Dedüktif çıkarımın tersine, burada öncüllerin sağladığı kanıtların yetersiz olduğu açıkça görülmektedir. Öncüllerdeki gözlem sayımızı ne denli artırırsak artıralım, sonuçtaki iddiaya yetecek kanıtı sağlamak olanaksızdır. Çünkü yaşayan Afrikalıların hepsini gözleme güçlüğü bir yana, geçmişteki ve gelecekteki tüm Afrikalıları gözleme olanaksızlığı ortadadır. İster istemez gözlemlerimiz bir örneklem sınırları içinde kalacak, evrenin tümünü kapsama olanağını elde edemeyecektir. Oysa sonuçtaki iddia bir

genelleme olarak evrenin tümünü kapsamaktadır[20]. Bu nedenledir ki, bütün öncüller doğru olsa bile, sonucun doğru olduğu kesin olarak söylenemez. Öncüllerin sağladığı kanıtların sayı ve niteliğine göre, sonucun doğruluk “probabilite”si artar veya azalır, fakat hiçbir zaman kesinlik kazanamaz. Buna karşılık gözlemlerimiz arasında, Afrikalı olduğu halde zenci olmayan bir tek kişi çıksa, genellememizin yanlışlığı kanıtlanmış demektir.

Bilimde iki çıkarım tipinin de yeri önemlidir. İndüksiyon bilimsel genellemelere ulaşmada, dedüksiyon bu genellemeleri açıklama gücü taşıyan hipotez veya teorilerden gözlem verileri ile doğrulanmaya elverişli mantıksal sonuçlar (test-implications) çıkarmada kullanılır[21].

Bilim ve Matematik

Mantığı empirik bilimlerden ayıran en önemli özelliği, ulaştığı sonuçların kesin ve zorunlu olmasıdır. Bu özelliği matematikte de bulmaktayız. Empirik bilimler arasında en çok ilerlemiş olanlarda bile böyle bir kesinlik ve zorunluluktan söz edilemez. Hiçbir olgusal genelleme ya da hipotez, ne denli belgelenmiş olursa olsun, yeni gözlem verileri karşısında yanlış çıkma olasılığından kurtulmuş olmaz. Oysa matematikte bir teorem bir kez ispat edildi mi artık, dayandığı öncüller (aksiyomlar) reddedilmedikçe, yanlış çıkma olasılığı yoktur. İspat edilmiş bir teorem gözlem verilerine uymuyorsa, olgusal olarak yanlış demektir. Gözlem verilerinin olumlu ya da olumsuz olması bir teoremin mantıksal doğruluğunu etkilemez. Mantık ve salt matematik teoremlerin olgusal doğrulukları ile değil mantıksal doğrulukları ile ilgilenirler.

Matematikte (özellikle geometride) teorem (ispatlanmış önerme)’lerin kesin ve zorunlu olma niteliği her zaman aynı şekilde anlaşılmamıştır. Öklid sistemi dışında yeni geometri sistemleri ortaya çıkıncaya kadar (19. yüzyılın ortalarına kadar) geometride yer alan aksiyom veya postulatlar, doğruluğu sezgisel olarak apaçık, bu yüzden ispatlan ya da doğrulanmaları gerekmeyen önermeler sayılmıştır. Özellikle, Öklid’in “genel doğrular” saydığı 5 aksiyom,

(a) Aynı şeye eşit olan şeyler birbirlerine de eşittir,

(b) Eşit şeylere eşit şeyler eklenirse, sonuçlar da eşit olur,

(c) Eşit şeylerden eşit şeyler çıkarılırsa kalanlar da eşit olur,

(d) Birbiriyle çakışan şeyler eşittir,

(e) Bütün herhangi bir parçasından büyüktür.

bir çeşit mantık yasaları gibi değişmez doğrular sanılmıştır. Birtakım tanım ve çıkarım kurallarına: dayanılarak aksiyomlardan üretilen teoremler de aynı şekilde apaçık doğru kabul edilmiştir. Ancak yeni geometrilerin ortaya çıkması ile bu görüş değerini kaybetmiştir. Bir kere başka, hatta zıt aksiyomlardan hareket edilerek de, mantıksal yönden tutarlı geometrik sistemlerin kurulabileceğinin gösterilmiş olması, Öklid aksiyomlarının bir tür düşünme yasaları gibi değişmez olmadığını ortaya çıkarmıştır. Kaldı ki, daha sonra bu aksiyomlardan bazılarının yanlış olduğu bile gösterilmiştir. Örneğin, “Bütün herhangi bir parçasından büyüktür.” aksiyomu, ötekileri gibi, bize apaçık doğru görünmektedir. Oysa matematikçiler bunun sonsuzlar söz konusu olduğunda hiç de böyle olmadığını göstermişlerdir. Şu iki diziyi ele alalım:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ...

2, 4, 6, 8, 10. 12, 14, 16, ...

Her iki diziyi de sonsuza uzatmak olanağı var. Üst dizi bütün tam sayıları, alt dizi ise yalnız çift tam sayılan içine almaktadır. O halde alt dizi üst dizinin bir parçası, ya da bir alt kümesidir. Ne var ki, üst dizide yer alan her terime karşılık alt dizide de bir terim vardır. İki dizi birebir tam bir uygunluk içindedir. Bu ise iki dizinin veya kümenin eşitliğini gösterir{22}.

Ayrıca, teoremlerin birçoğu matematikçiler için bile apaçık olmaktan uzaktır. Bunların ispatı zor ve teknik bilgi gerektirir. Örneğin, biri Goldbach, diğeri Fermat'ya ait iki ünlü teoremin uzun çalışmalara karşın ispatlan henüz bulunamamıştır{23}. Öte yandan, sezgisel apaçıklık bireylere göre değişen bir niteliktir; nesnel bir ölçüsü yoktur. Böyle öznel bir niteliğe, matematik düşünmede yer vermek olanaksızdır.

Matematik önermelerin kesinlik ve zorunluluk niteliği bir başka yönden daha yorumlanmıştır. Bu görüşe göre matematik de, fizik, biyoloji,

sosyoloji gibi olgusal bir bilimdir. Şu kadar ki, öteki bilimlerden farklı olarak matematiğin konusu daha genel ve önermeleri daha iyi temellendirilmiştir. Örneğin, “5+7=12” önermesi bize kesin ve zorunlu gelmektedir. Bunun tek nedeni, insanlığın uzun yaşantısında bu önermenin hep doğrulanmış olması, onu yanlış gösteren herhangi bir olgu veya duruma rastlanmamasıdır.

Ne var ki, bu görüş de haklı itirazlar karşısında tutunamamıştır. Olgusal bilimlerde, yasa niteliğini kazanmış genellemeler dahil, her önerme için gözlem verileriyle ters düşme olasılığı vardır. Bir önerme ne denli kanıtlanmış olursa olsun bu olasılık hiçbir zaman ortadan kalkmaz. “Sabit basınç altında ısıtılan gazlar genleşir” genellemesini kanıtlayan sayısız gözlem ve deney sonuçları vardır. Fakat bir gün yeni bir gözlem ve deney sonucunun bu genellemeyi, (çok zayıf bir olasılık olmakla birlikte) altüst etmeyeceği kesinlikle söylenemez. Oysa, matematik önermeler için böyle bir tehlike söz konusu değildir. Yukarıdaki örneğimize dönelim: 5+7=12. Bu önerme hangi olgusal koşullar altında yanlış çıkmış sayılacaktır? Diyelim ki, bir tam üzerine önce 5, sonra 7 mikrop koyuyoruz ve hepsini birden saydığımızda 12 yerine 13 mikrop buluyoruz. Böyle bir gözlem sonucu önermenin yanlış olduğu yargısına bizi götürür mü? Götürmez, çünkü böyle bir durumda hatayı başka yerde ararız: Ya mikroplan yanlış saydığımıza, ya da geçen süre içinde mikroplardan birinin bölünerek çoğaldığına hükmederiz. Fakat “5+7=12” önermesinin doğruluğundan asla şüphe etmeyiz. Bunun nedeni açıktır; çünkü bu önerme olgusal değildir; sadece “5+7” ile “12”'nin özdeş anlamda olduğunu ifade etmektedir. “Sepette 12 elma var” diyeceğime, “Sepette 5+7 elma var” diyebilirim. İki önerme aynı anlamdadır. O halde “5+7=12” önermesi, “A A'dır” biçiminde analitik bir önermedir. Aynı şekilde (“⟶” işareti “eğer ... ise” için kullanılmıştır).

[(A=B) ve (B=C)] ⟶ 4(A=C)

biçiminde olan her önermenin mantıksal doğru olduğunu biliyoruz. Örneğin, a, b, c gibi üç nesneyi ağırlıkları yönünden karşılaştırdığımızı düşünelim. Terazide a ile b'nin ve b ile c'nin eşit ağırlıklarda olduğunu saptıyoruz. Ancak, beklediğimizin tam tersine a ile c'nin eşit olmadığı görülüyor. Bu gözlem yukarıda verdiğimiz mantıksal doğrunun yanlış

olduğunu değil, olsa olsa bir ölçme hatasının varlığını gösterir: Ya terazi küçük ağırlık farklarını yansıtacak kadar duyarlı değildir, ya da ölçmeyi yapan kişinin gözleminde hata vardır. Yoksa a ile c eşit değilse, a'nın b'ye, b'nin c'ye eşit olması olanaksızdır[24].

Bu örnekler de göstermektedir ki, matematik önermelerin doğruluk değeri gözlem verilerine bağlı değildir. Çünkü bunlar olgularla ters düşebilecek hiçbir iddia ileri sürmemektedirler. Bunların doğru ya da yanlış olması düpedüz biçimlerine bağlıdır. Mantık dilinde bu tür önermelere “analitik” veya “doğrulukları *a priori* bilinen” önermeler dendiğini daha önce görmüştük.

Matematiksel Teori ve Yorumu

Matematik önermelerin niteliğini böylece saptadıktan sonra, matematiksel bir teorinin yapısını da kısaca belirtmek yararlı olacaktır. Bu yapının başlıca özelliği aksiyomatik bir sistem oluşudur. Aksiyomatik bir sistem ise birtakım terimler ve bu terimlerin birleşmesinden meydana gelen önerme (veya önerme biçimleri)'den kurulur. Terimler,

(1) İlkel (tanımlanmayan) terimler,

(2) Tanımlanan terimler.

olmak üzere iki gruba ayrılır. Bir sistemde, sonsuz geriye gidişe ya da çıkmaz döngüye düşmeksizin her terimi tanımlayamayacağımız için, bazı terimlerin tanımlanmaksızın, sezgisel anlamları ile kabul edilmesi zorunludur. Örneğin geometride “nokta”, “doğru” gibi terimler bu tür ilkel terimlerdir.

Önerme veya önerme biçimlerine gelince, onlar da ikiye ayrılmaktadır:

(1) İlkel (ispatlanmaksızın kabul edilen) önermeler: Bunlara “aksiyom” ya da “postulat” denir.

(2) İspat edilen önermeler: Bunlara teorem denir.

Örneğin geometride, “Aynı şeye eşit olan şeyler birbirlerine de eşittir” önemesi bir aksiyom, “Bir üçgenin iç açılarının toplamı iki dik açının

toplamına eşittir,” önermesi ise bir teoremdir.

Aksiyomatik bir sistemde bütün terimler ilkel terimlerin yardımıyla tanımlanır. Örneğin, “doğru parçası” terimi, “nokta” ve “doğru” terimleri kullanılarak tanımlanır. Aynı şekilde, bütün teoremler aksiyomlara dayanılarak ispatlanır. Örneğin, yukarıda sözünü ettiğimiz üçgenlerin iç açılarının toplamı ile ilgili teoremin ispatı “paralel postulatı” denilen ve “Bir doğru dışındaki herhangi bir noktadan o doğruya bir ve yalnız bir paralel doğru vardır.” diye ifade edilen aksiyoma başvurularak yapılır.

Ayrıca, sisteme giren önemelerin doğru kurulması ve teoremlerin ispatı için bazı kurallara da ihtiyaç vardır. Bunlardan birinci gruba, “kurma kuralları”, ikinci gruba ise “çıkarım kuralları” denir. Kurma kuralları, tıpkı gramer kuralları gibi, cümlelerin düzgün biçimde kurulmasını sağlamaya yarar. Çıkarım kuralları ise teoremlerin üretilmesinde, ya da ispatında mantıksal geçerliğin denetimini sağlar.

Aksiyomatik bir sistem aslında kapsamı geniş dedüktif bir çıkarımdan başka bir şey değildir. Aksiyomlar öncülleri, teoremler de onların mantıksal sonuçlarını oluşturur. Aksiyomlar yukarıda da belirttiğimiz üzere, ispatlanmaksızın kabul edilen temel önermelerdir. Bunlar doğru değilse, teoremlerin doğru olduğu söylenemez. Ancak bunlar doğru ise, teoremlerin doğruluğu kesinlik kazanır. Bu demektir ki, bir teoremin ispatı, teoremin doğru olduğu anlamına gelmez. İspat sadece teoremin dayandığı aksiyom veya aksiyomları doğru sayarsak, teoremi de doğru saymak gerektiğini bizim için zorunlu kılar: yoksa teoremin kendi başına doğru olduğunu ortaya koymaz.

Aksiyomatik bir sistemin temel taşları olan ilkel terimlerin ve bu terimlere dayalı aksiyomların anlamlı olması gerekmez: Terimler birer simge (sembol}den, aksiyomlar da birer önerme biçiminden ibaret olabilir. Bunların yardımıyla üretilen diğer terim ve teoremler de aynı şekilde anlamdan yoksundur. Böyle kuruları sistemler soyut ve biçimseldir, herhangi bir konu veya olgu kümesiyle bağıntılı değildir. Ancak bu soyut ve biçimsel sistemin olgusal dünya ile ilişkisi kurulabilir: bunun için ilkel terimlere anlam vermek ve dolayısıyla aksiyomları belli bir konuya ilişkin önermeler halinde ifade etmek gerekir. Bu işleme *yorumlama* denir. Burada gözden kaçmaması gereken noktalardan biri şudur: Aynı soyut ve biçimsel bir

sistem, birden fazla konuya ilişkin yorumlanabilir. Başka bir deyişle, değişik konu veya olgu kümeleri aynı kalıba dökülebilmektedir. İkinci bir nokta da soyut bir sistem bir konuya ilişkin yorumlandığında doğru önermeler verdiği halde, bir başka konuya ilişkin yorumlandığında pekâlâ yanlış önermeler verebilir. Bu son noktayı bir örnekle göstermek için matematiğin şu formülünü ele alalım:

$$y = ax^2$$

Bu formüldeki “y” ve “x” terimleri birer değişkendir: Herhangi bir konuya ilişkin değerler alabilirler. Ancak formüldeki değişkenlerin değerleri belli olmadığından, formül soyut ve biçimsel bir kalıp olarak kalmaktadır. Her soyut kalıp gibi bu formülü de çeşitli konulara ilişkin yorumlayabiliriz. Örneğin formülün bir yorumuna fizikte rastlıyoruz. Cisimlerin serbest düşme yasası,

$$s = \frac{1}{2} gt^2$$

formülün, belli bir olgu türüne uygulanmasından elde edilmiş bir yorumdan başka bir şey değildir. Bu yorumlamada “y” değişkenine “s” (mesafe) değeri, “x” değişkenine “t” (zaman) değeri verilmiş ve böylece belli bir olgu kümesi için doğru olan bir önerme elde edilmiştir. Ne var ki, aynı formülü başka bir konuya, söz gelişi ekonomide “arz ve talep” denilen olgu türüne ilişkin yorumladığımızda yanlış bir önerme elde edilmektedir. O halde, inceleme konumuz için soyut bir kalıp veya teori seçerken, bunun yorumlanması ile elde edilecek önermelerin doğru olmasını göz önünde tutmak zorundayız[{25}].

Matematiğin Bilim için önemi

Matematiğe ilişkin soyut biçim ve teorilerin olgusal olarak yorumlanabilme olanağı, matematiğin bilimler yönünden önemini gösteren bir özelliğidir. Matematik böyle bir uygulama özelliği taşımasaydı, satranç gibi bir oyun olmaktan ileri geçemezdi. Ne var ki, olgusal yorumlanma matematiğe kesinlik ve zorunluluk niteliğini kaybettirmektedir. Einstein'ın şu sözleri bu noktayı aydınlatması bakımından önemlidir:

Matematiksel bir önerme olgusal dünyaya ilişkin olduğu

> *kadarı ile kesin değildir; kesin olduğu kadarı ile, olgusal dünyaya ilişkin değildir.*

Demek oluyor ki, yorumlanmış matematiksel bir teori matematik olmaktan çıkmış, empirik nitelikte bir bilim olmuştur. Bununla beraber matematiğin bilimler için önemi çok büyüktür. Bu önem iki yönden kendini göstermektedir: (1) Matematik, bilimsel bulgu ve yasaları açık, kesin ve kısa ifade etmek için ideal bir dil işlevi görür; (2) Matematik bilimsel hipotez veya teorilerin doğrulanına işlemi için gerekli gözlenebilir sonuçlarını ortaya çıkarmada vazgeçilmez bir araçtır. Bunları birer örnekle gösterelim. Kepler'in "armonik yasa" diye bilinen üçüncü yasası günlük dilde,

> *Bir gezegenin güneş çevresindeki dönüş süresinin karesi, gezegenin güneşten ortalama uzaklığının küpüyle doğru orantılıdır.*

gibi uzun, oldukça karışık bir cümle ile ifade edilebildiği halde, matematik dilde son derece kısa, basit ve açık bir denklemle şöyle ifade edilmektedir{26}:

$$T^2 = K(R)^3$$

Bilimsel teorilerden gözlenebilir sonuçlar çıkarma işine gelince, bu matematiğin hiç şüphesiz bilimler yönünden en önemli işlevini oluşturmaktadır.

Matematiğin sağladığı çıkarım teknikleri olmaksızın evrensel nitelikte soyut teorilerin ne açıklama, ne ön-deme gücünden yararlanmaya, ne de doğruluk derecelerini saptamaya olanak vardır. Bunun çok iyi bilinen bir örneğini 17. yüzyılda Newton vermiştir. Newton bugün devinim yasaları denilen hipotezlerini ve yerçekimi teorisini ortaya attıktan sonra, bunları, olguları açıklama ve ön-demede kullanmak için matematikte yepyeni bir teknik geliştirmek zorunda kalmıştır. Diferansiyel ve entegral hesaplan denilen bu teknik yardımıyla, Newton kurduğu teoriden daha önce gözlem yoluyla bulunmuş birtakım empirik genellemelerin (örneğin Kepler'in bulduğu gezegenlere ilişkin üç yasa ile Galileo'nun bulduğu cisimlerin serbest düşme yasası ve pandül yasası bu genellemeler arasında gösterilebilir) birer mantıksal sonuç olarak çıkarılabilir olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde

Einstein da, kurduğu teorilerin gözlem dünyasına ilişkin mantıksal sonuçlarını çıkarmak için özel nitelikte bazı matematik tekniklere (örneğin, tensor analizine) başvurmak zorunda kalmıştır.

Matematiğin bilimsel açıklama ve ön-deme için çok önemli olan bu çıkarım işlevini daha basit ve somut bir örnekle de gösterebiliriz. Elimizde, sabit tutulan belli bir sıcaklıkta ve 4 atmosfer basınç altında hacmi 12 m^3 olan bir miktar hava-gazı olduğunu düşünelim. Boyle'un gazlar yasasına göre vp = c (yani hacim x basınç = sabit bir değer) olduğunu biliyoruz. Bu yasayı kullanarak aynı sıcaklıkta fakat bu kez 6 atmosfer basınç altında tutulan bir gazın hacmini ön-deme yoluyla saptamak istersek, basit bir aritmetik işlem işimizi görmeye yetecektir.

İlk durum : v = 12 m^3, p = 4 at. olduğuna göre,
12 x 4 = 48

İkinci durum : v = ?, p = 6 at. olduğuna göre,
v x 6 = 48
v = 48/6 = 8 m^3

Bu örnekten de görüldüğü gibi matematik, bir çıkarım tekniği olarak bilimsel düşünme ve araştırma için vazgeçilmez bir değer taşımaktadır. Matematik de mantık gibi varsayımlarımızda ya da hipotezlerimizde çok kez üstü örtük olan sonuçları açığa çıkarmanın etkin bir aracıdır. Yukarıdaki örnekte v'nin değerinin 8 olduğu, üstü örtük olarak, öncüller (yani “vp = c” ile “c = 48” ve “p = 6” önermeleri) de saklıdır. Kullandığımız basit aritmetik işlemi sadece bunu belirtik hale getirmiştir[27].

Matematiğin bilimde oynadığı rolün önemine ilişkin Reichenbach'ın şu sözleri, üzerinde artık pek az tartışılan bir genel görüşü dile getirmektedir:

> *Matematiksel yöntem modern fiğe gelecekteki olguları kestirme gücünü vermiştir. Empirik bilimlerden söz eden herkes, unutmamalıdır ki, gözlem ve deney ancak matematiksel dedüksiyonla birleşmek yolundan modern bilimi kurabilmiştir. Newton fiziği, ondan iki kuşak önce Francis Bacon'ın sözünü ettiği indüktif bilimden çok farklıdır. Bacon’ın yaptığı gibi sadece gözlemsel olguları toplayıp sınıflamak hiçbir zaman bir bilgine, evrensel çekim yasası*

gibi teorik bir ilkeyi bulma olanağı vermezdi. Gözlemle birleşen matematiksel dedüksiyon modern bilimin başarısını sağlayan biricik araç olmuştur[28].

Gerçekten matematiğin bilim için vazgeçilmezliği Galileo'dan beri tartışma konusu olmaktan çıkmıştır. Oysa Rönesans döneminde bile matematiğin önemi Aristotelesçilerle Platoncular arasında sürüp giden bir tartışmaydı. Doğayı inceleme ve anlamada Aristotelesçiler için matematiğin yeri ikinci derecedeydi. Platoncular ise matematiği doğa bilimleri için zorunlu ve temel sayıyorlardı. Matematiğe verdikleri büyük öneme bakarak Kepler ile Galileo'yu bu ikinci kampta, yani Platoncu saymak gerekir. Görüşünü şöyle dile getiren Galileo,

Felsefe ("bilim" demek istiyor) evren denilen ve sürekli olarak incelememize açık duran bu yüce kitapta yazılıdır. Ne var ki, bu kitabı, yazıldı dili ve alfabeyi bilmedikçe anlamaya olanak yoktur.

tüm bilim adamlarının kulağında çınlaması gereken şu sözlerle de o güne kadar süren tartışmaları kesip atıyordu:

Evren matematiğin dili ile yazılmıştır; harfleri üçgen, çember ve diğer geometrik nesnelerdir. Bunları bilmedikçe onun bir sözcüğünü bile anlayamayız. Matematiğin dilini bilmeyen için evren içinden çıkılmaz karanlık bir labirent gibidir.

Doğayı matematiğin dili ile yazılmış bir kitap sayan Galileo, deney ile matematiksel düşünmeyi birleştirmekle aynı zamanda çağdaş bilim felsefecilerinin "Hipotetik-dedüktif" diye niteledikleri bilimsel yöntemi oluşturma onurunu da taşımaktadır. (Bkz. Ek 3: — Geometri ve Empirik Bilim, C. G. Hempel; Ek 4: — İspat Neyi Sağlar? M. R. Cohen ve E. Nagel; Ek 15: — Fiziksel Bilimlerde Matematik. F. J. Dyson.)

IV. BÖLÜM

BİLİM ve DİL

Dilin Yapısı ve İşlevi

Bir tür dil olmaksızın bilim düşünülemez. Yalnız bilimde değil, bütün diğer alanlarda kazanılan bilgi, görüş ve düşünceler bir dilin sağladığı anlatım olanaklarından yararlanarak ortaya konur; insanlığın ortak kültürüne mal olur. Sezgi ya da düpedüz algı düzeyinde oluşan bilgilerden de söz edilebilir belki; ne var ki, bilgilerimizin bilimsel nitelik kazanması ancak ortak anlaşma aracı olan bir dilde ifade edilmiş olması ile mümkündür. Bir adam düşünün ki, çalıştığı fabrikada üretilen bilyelerde, parmaklarının olağanüstü duyarlığından yararlanarak hiçbir ölçü aracının saptayamadığı pürüz ya da sapmalar saptayabilmektedir. Yaşantı ile geliştirilmiş böyle bir yetenek veya beceriyi bir çeşit bilgi sayabiliriz; ancak bu bilgiyi, kişisel kaldığı, başkalarına anlatılamadığı sürece bilimsel saymak mümkün değildir. Bilimsel bilgilerimizin temel özelliklerinden biri, bir ya da daha fazla dilde anlatılabilir olmalarıdır.

Bilimsel amaçlarla kullanılan dil "doğal" olabileceği gibi (örneğin; Türkçe, İngilizce, Latince vb.) "yapma" da olabilir (Örneğin; mantık veya matematik simgelerden belli tanım ve kurallara göre oluşturulan formül veya sistemler). Birinci gruba giren diller tarihsel olup, gelişimi uzun bir geçmişe, bir toplumun ortak yaşantı ve kültürüne bağlıdır. İkinci gruba giren diller, belli amaçlarla, belli zamanlarda kurulan, gelişimi herhangi' bir ortak yaşantıya bağlı olmayan dillerdir. Bir dil ister birinci, ister ikinci türden olsun, aşağı yukarı aynı diyebileceğimiz bir biçimde kullanılan "sözcük" dediğimiz simgelerden meydana gelir. Yalnız sözsel veya yalnız yazılı olabileceği gibi hem sözsel hem de yazılı olabilir.

Her dilin kullanış amacına göre çeşitli işlevleri vardır. Ancak hepsinin başında dilin belirtme, bildirme ya da anlatım denen bildirişim (communication) işlevi gelir. Bilgilerimizi, düşünce, duygu ve dileklerimizi açığa vurma, başkalarına iletme dilin bildirişim işlevine giren eylemlerimizi

oluşturur.

Bilimde anlatım aracı olarak seçilen dilin açık, seçik ve kesin olması istenir. Günlük dil, sözcüklerin çoğu kez anlam belirsizliği veya birden fazla anlamlı (çok anlamlı) olmaları nedeniyle, bu özellikleri taşımamakta, bilimsel amaç yönünden elverişsiz ve yetersiz kalmaktadır. Bu yüzdendir ki, bilimin giderek artan ölçülerde, anlatım aracı olarak, bir tür yapma dil sayılan matematiği kullandığını görmekteyiz. Gerçekten matematiksel dil, doğal dillere özgü anlam belirsizliklerine, çok anlamlılıktan doğan yanlış anlaşmalara yol açmayan, anlamları ve kullanış yerleri belli ve sınırlı olan simgeler kullandığından, bilimde aranan kesin, açık, tam ve kolay anlatım olanağını geniş ölçüde sağlamaktadır. Bu farkı bir örnekle göstermek için Newton'un Evrensel Çekim Yasasını ele alalım. Bu yasanın günlük dildeki ifadesi ana çizgileriyle şöyledir:

> *Evrende var olan herhangi iki madde parçacığı birbirlerini kütlelerinin çarpımı ile doğru, aralarındaki mesafenin karesi ile ters orantılı olarak çekerler.*

Görüldüğü gibi bu ifade oldukça uzun, anlaşılması zor, üstelik farklı anlama veya yorumlara elverişlidir. Oysa aynı yasanın matematiksel dildeki ifadesinin bütün bu sakıncalardan uzak; kısa, açık ve bir bakışta anlaşılabilir olduğunu görüyoruz:

Kuşkusuz bu demek değildir ki, matematik dil olmaksızın bilim yapılamaz, ya da bilimin ulaştığı sonuçlar tam ifade edilemez. Üzerinde durduğumuz nokta daha çok günlük yaşamın ihtiyaçlarına göre gelişen ve biçimlenen doğal dillerin bilimsel amaçlar için çeşitli yönlerden yetersiz kaldığı veya yeterince elverişli ve etkin bir anlatım aracı olmadığıdır.

Doğal ya da yapma olsun, bir dili meydana getiren öğeleri iki grupta toplayabiliriz:

(1) Dilin vokabüleri (bu grup dilin temel yapı taşları diyebileceğimiz sözcük ya da simgeleri kapsar).

(2) Dilin kuralları (bu grupta dilin sentaksını oluşturan kurallar yer alır).

Dilin bilim ile ilişkisi üzerinde dururken, bizi daha çok dilin vokabüleri yani sözcük ya da simgeler ilgilendirmektedir. Dilin kurallarına gelince, şu kadarını söylemekle yetineceğiz: Bu kurallar düzgün cümle kurma kuralları ve dönüştürme kuralları olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Birinci tür kurallar düzgün cümle yapımında sözcük veya simgelerin nasıl birleştirileceğini; ikinci tür kurallar bir ya da birkaç cümleden başka bir cümlenin nasıl çıkarılacağını gösterir. Matematik ve bilimde yer alan çıksınlar veya dönüştürmeler bu kurallara dayanılarak yapılır.

Dilin temel yapı taşları dediğimiz sözcükler aslında birer simgedir. Sözcüklerin simgeledikleri "şeyler"le olan tarihsel ilişkileri açıklığa kavuşturulmuş bir konu değildir. Aynı nesneyi farklı dillerde değişik sözcüklerle adlandırma bu ilişkinin çoğu kez sanıldığı gibi "doğal" veya "zorunlu" olmadığını gösterir. Örneğin Türkçede "ev", İngilizcede "house", Fransızcada "maison" sözcükleri, aynı nesneyi adlandırmakla birlikte bunların birbirleriyle, ya da adlandırdıkları nesne ile ne gibi bir ilişkileri vardır? Bu nedenledir ki, tüm simgeler gibi sözcüklerin kullanılışını da ortak anlaşma veya uzlaşmaya dayalı bir olgu sayabiliriz.

İnsanlar doğal çevreleri ile ilişkilerinde de birtakım işaretlerden yararlanırlar. Örneğin, belli bir bulut türü yağmura; yaprakların sararıp düşmesi güz mevsiminin geldiğine; havanın kararması akşam, ağarması sabah olduğuna; gurup vakti bulutların kızarıklığı ertesi gün havanın açık ve güneşli olacağına; bir yerde duman tütmesi orada ateş yandığına işarettir. Doğada bunlara benzer daha sayısız "işaret" işlevi gören olgular vardır. Bir olgunun, bir başka olguya işaret olması, ikisi arasında değişmez, ya da değişmeze yakın bir ilişkinin varlığı ile olasıdır. Bu ilişki nesnel nitelikte olup, insanların kişisel veya ortak tercihlerine, karar veya uzlaşmalarına bağlı değildir. Simgelerin, bu arada sözcüklerin kullanılması ise toplumsal ortamın oluşturduğu ilişkilere bağlıdır. Örneğin trafikte kırmızı ışık "DUR", yeşil ışık "GEÇ" demektir. Burada adı geçen renklerle durma veya geçme arasında doğal ya da gerçek diyebileceğimiz hiçbir ilişki söz konusu değildir. İnsanlar öyle seçtiği için kırmızı "dur"a, yeşil "geç"e işaret olmuştur. Tam tersi de kabul edilebilirdi. Hatta pratik zorluğu göze alacak olsak, bugün bile kırmızı rengi "geç" yeşil rengi "dur" için kullanabiliriz. Nitekim, dünyanın pek çok yerinde yas siyah giysi ile belirlendiği halde, Çin'de beyaz giysi aynı işlevi görür. Demek oluyor ki, birer simge (yapma

işaret) olan sözcükler işaret ettikleri “şeyler”le herhangi doğal veya zorunlu bir ilişki içinde değildir.- (Bunun çok seyrek rastlanan bazı istisnaları olabilir. Örneğin, “miyavlama”, “meleme”, “zırlama” gibi sözcükler, adlandırdıkları eylemlerle az çok ilişkili görünmektedir.) Ortaya çıkışları nasıl bir ilişkiye bağlı olursa olsun, büyük çoğunluğuyla sözcükleri, doğada bulduğumuz ilişkilere dayalı işaretlerden ayırmak, ortak tercih veya uzlaşmaya bağlı simgeler saymak gereğinden kurtulamayız.

Şimdi, simge ya da yapma işaret saydığımız sözcüklerin belirttikleri “şeyler” somut nesneler olabileceği gibi, nesnelere ait özellikler veya bunlar arasındaki ilişkiler, hatta her türlü soyutlamalar veya zihinsel durumlar arasındaki ilişkiler, hatta her türlü soyutlamalar veya zihinsel durumlar da olabilir. Sözcükleri, temsil ettikleri “şeyler”in çeşidine göre, çeşitli gruplara ayırabiliriz. Gramerde, nesneleri adlandıran sözcüklere *isim*, özellikleri belirtenlere *sıfat*, eylemleri belirtenlere *fiil*; tarz, yer ve zaman belirtenlere *zarf* gibi adlar verilmiştir. Bu gibi sözcüklere kendileri dışında birtakım “şeyler”i temsil ettiklerinden betimleyici sözcükler denir. Ancak her dilde herhangi bir şeyi adlandırma veya betimleme görevi olmayan sözcükler de vardır. Kendi başlarına bir anlamları olmamakla birlikte, dilin yapı ve işleyişinde önemli ödevleri olan bu tür sözcüklere “mantıksal sözcükler” ya da “mantıksal değişmezler” denir. Bunlar arasında, “tüm”, “bazı”, “değil”, “ve”, “veya”, “ise”, “ancak ve ancak... ise” gibiler başlıcalarını oluşturmaktadır. Mantıksal değişmezler, herhangi bir nesne, olgu veya bunlara ait özellik veya ilişkileri belirtme işlevi görmezler. Bunlar sadece basit önerme veya önerme kalıplarından bileşik önerme veya önerme kalıpları yapmada eklem veya bağlaç olarak kullanılırlar veya içinde geçtikleri önermelerin biçimini belirlerler. Bu gibi sözcükleri inceleme mantık alanına giren bir konudur. Biz burada betimleyici sözcüklerden “isimler”i. bunlar içinde de sadece “cins isim” olarak bilinen kavram adlarını ele alacağız.

Betimleyici, bu arada “isim olarak sınıflandırılan sözcüklerin nesneleri veya nesnelere ilişkin nitelikleri belirttiklerini söyledik. Ne var ki, sözcüklerle belirttikleri “şeyler” arasında “birebir” bir bağlantıdan söz edemeyiz. Dünyamızı oluşturan “şeyler” sonsuz denecek kadar çok sayıda ve çeşittedir; oysa kullandığımız sözcüklerin sayısı ister istemez sınırlıdır. Bu nedenle her nesne veya özellik için değişik bir sözcük bulmak mümkün olsa

bile, kullanmak olanağı yoktur. “Ahmet”, “Ankara” gibi özel isimler dışında kullandığımız diğer bütün isimler tek tek “şeyleri” değil, küme veya sınıf oluşturan “şeyleri” adlandırmaktadır. Örneğin, “çocuk” sözcüğü belli bir çocuğun, bir bireyin değil, tüm çocukları içine alan bir sınıfın adıdır. Aynı şekilde, “masa”, “ev”. “yıldız”, “ağaç”, “kalem” gibi sözcükler de “şeyleri” birey olarak değil, küme ya da sınıf olarak belirtirler.

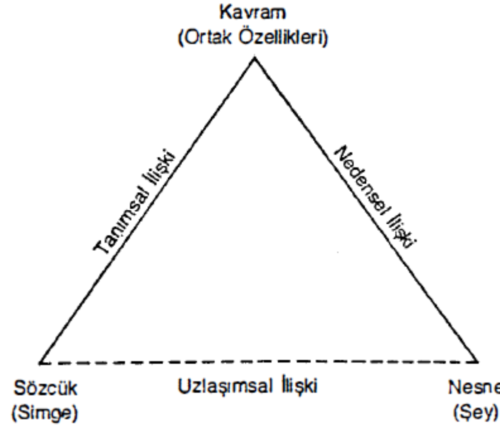
Sınıf adlarını tek tek “şeyler”e de uygularız. Örneğin, “Oktay bir çocuktur”, “Bu masa tahtadır”, “Kardeşim öğrencidir” gibi cümlelerde “Oktay”. “bu masa”, “kardeşim” tek “şeyler”i, “çocuk”, “tahta”, “öğrenci” ise sınıf veya küme oluşturan “şeyleri” belirtmektedir. Ne var ki, “Oktay bir çocuktur”, “Kardeşim öğrencidir”, dediğimizde bir bakıma, Oktay'ın çocuk kümesinin, kardeşimin de öğrenci kümesinin bir üyesi olduğunu belirtiyoruz, yoksa onları birey olarak adlandırmış olmuyoruz.

Yaşantımıza giren veya girmeyen “şeyleri” böyle sınıflayıp ortak adlarla belirtmemizin yararı ve gereği yanında bir bakıma sakıncalı olduğu da söylenebilir. Aynı sözcükle adlandırılan bir kümedeki “şeyler”, bir veya birkaç yönden benzerlik içinde olabilir, ama birçok yönlerden de birbirlerinden farklıdır. Farklı “şeyler”in aynı ad altında toplanması, kullandığımız sözcüklerin sayı ve türünde ekonomi yapmamıza, dilin kullanışlılığını korumamıza yardım ettiği için kaçınılmazdır. Ne var ki, bu uygulamanın, inceleme ya da ilgi konumuz “şeyler” arasında önemli sayılabilecek farkların bazılarını görmezlikten gelmemiz veya bizi, bunları büsbütün yok saymamız gibi bir sonuca götürdüğü de inkâr edilemez.

Kavram

Betimleyici sözcükler için dilin anlam birimleri diyebiliriz. Bunu derken sözcüklerin kendiliklerinden anlamlı olduklarını demek istemiyoruz. Baştan beri belirtmeye çalıştığımız, sözcüklerin gerçekte birtakım şeyleri belirten birer etiket veya işaretten başka bir şey olmadığıdır. Sözcüklerin anlamlarını simgeledikleri “şeyler” veya o “şeylere” ilişkin özellikler oluşturur. Örneğin, “ev” sözcüğü belli türden birtakım nesneleri belirler. Bir sözcüğün adlandırdığı belli bir nesneler kümesi veya sınıfı sözcüğün anlamını oluşturur. Buna sözcüğün kaplamsal anlamı denir; çünkü,

sözcüğün adlandırdığı nesnelerin tümü, sözcüğün kaplamını oluşturur. Öte yandan sözcüğün anlamını, bir de kaplamını oluşturan nesnelerin ortak özelliklerine göre belirleyebiliriz. Örneğin, bir nesneye “ev” sözcüğünü uygulamamız için veya bir nesneyi “ev” sözcüğünün kapsamında saymamız için, o nesnenin belli özellikleri taşıması gerekir. Sözgelimi, “ev” dediğimiz nesnenin bir yapı olması, içinde insanların yaşaması için inşa edilmiş olması, gibi. İşte bir sözcüğün kapsamına giren nesneleri ayırt etmemize yarayan ve o nesnelerin ortak özelliklerini oluşturan özellikler de sözcüğün içlemsel anlamını vermektedir. “Kavram” denilen şey de içlemsel anlamdan başka bir şey değildir. O halde bir tür nesnenin ortak adı olan her sözcük aynı zamanda bir kavram adıdır. Aşağıdaki diyagram sözcük-kavram-nesne arasındaki ilişkileri göstermektedir:



Diyagramda üç ilişki türü göze çarpmaktadır. Üçgenin tabanında kırık çizgilerle işaret edilen ilişki, sözcükle temsil ettiği nesne türü arasında olup, bir bakıma kullanış alışkanlığımıza, bir bakıma da ortak kabulümüze bağlı, fakat “doğal” ya da “nedensel” diye niteleyemeyeceğimiz, bu yüzden “uzlaşımsal” diyebileceğimiz bir ilişkidir. Diyagramda yer alan ikinci ilişki, sözcüğün adlandırdığı nesne ile o nesne türünün ortak özelliklerinden oluşan kavram arasındadır. “Nedensel” diye nitelediğimiz bu ilişki gözlem verilerine bağlı olup, bizim var saymanıza veya ortak kabulümüze bağlı değildir. Üçüncü ilişki, sözcük ile temsil ettiği kavram arasındadır. Kavramı oluşturan özellikler sözcüğün tanımlayıcı öğeleri olduğundan bu ilişkiyi “tanımsal” diye nitelemek yoluna gidilmiştir.

Demek oluyor ki, dilin yapı taşlarını oluşturan sözcük, terim veya benzer işi gören simgelerle, bunların temsil ettiği kavramlar değişik şeylerdir. Sözcük

kavramın adı, kavram da sözcüğe verilen anlamdır. Kavram ilişkin olduğu sözcüğün adlandırdığı nesne türünde belirlediğimiz özelliklerin değişikliğe uğramasına, ya da bazı yeni özelliklerin bulunmasına koşut olarak az veya çok değişebileceği gibi, zamanla açık seçikliğini de kaybedebilir, belirsiz hale gelebilir. Kaldı ki, belirsizlik birçok sözcüğün, özellikle günlük kullanılışında nerede ise kaçınılmaz bir özelliği gibi ortaya çıkmaktadır. “Zengin”, “Yoksul”, “Güçlü”. “Sıcak”, “Uzun”. “Geniş”, “Yetenekli”, “Cömert”, “Anlayışlı” gibi sıfatlar bu tür belirsiz kelimelerdendir.

Belirsiz sözcüklerin uygulanma alanları kesin çizgilerle ayrılmış değildir. Örneğin, “zengin” ve “yoksul” sözcüklerini ele alalım. Kime yoksul diyeceğiz. kime demeyeceğiz? Kuşkusuz bir an duraklamaksızın “yoksul” veya “zengin” diyebileceğimiz kişiler vardır. Ancak zengin ile yoksulu ayıran kesin bir çizgi var mıdır? Bir kimse hangi noktada yoksul olmaktan çıkar, zengin olmaya başlar? Ne geliri ne de herhangi bir varlığı olan, ya da en basit geçim olanağından yoksun bir kimse elbette yoksuldur. Aynı şekilde, geliri ya da varlığı geçimi için gerekli miktarları kat kat aşan bir kimseye de zengin diyebiliriz. Peki, geçimini zorlukla karşılayan kişiye ne diyeceğiz? Buna da yoksul dersek, geçimini şöyle böyle karşılayan ya da geçim zorluğu çekmeyen kimseye ne diyeceğiz? “Zengin” sözcüğünün uygulanması da farklı değildir: Bay X'in milyarlık varlığı vardır, zengin sayılır. Bay Y'nin varlığı milyara yaklaşıktır: Zengin sayılmaz mı? Bay Y de zengin sayılırsa, varlığı biraz daha az olan kimseyi de zengin saymamız gerekmez mi? Bu azalma derece farkları ile hiç varlığı olmayana kadar sürebileceğine göre, keyfi olmaksızın hiçbir noktada zengin-yoksul ayrımı yapamayacağız demektir.

Sözcüklerin günlük dilde belirsizliğine başka bir örnek daha verelim: “B kasabası, A ve C kasabaları arasındadır”, dendiğinde “arasında” sözcüğü ile belirtilmek istenen nedir? Matematikte bu sözcüğe verilen anlam belirlidir: “B noktası A ve C noktaları arasındadır”, dendiğinde B noktasının, uçlarında A ve C noktalan bulunan bir doğru üstünde olduğu ifade edilir. Oysa günlük kullanışta bu kesinlik yoktur. A ve C kasabaları arasında olduğu söylenen B kasabasının böyle bir doğru üstünde olması gerekmez. Doğrunun biraz sağ veya sol dışında olması, “arasında” sözcüğünü uygulamamızı önlemez. Böyle olunca, şekilde de görüldüğü üzere, hangi noktadan sonra “arasında” sözcüğünü kullanamayacağımızı kestirmek

güçleşmektedir.

	B Kasabası	
	x (3)	
A Kasabası	x (2)	C Kasabası
x	x (1)	x
	x (1)	
	x (2)	
	x (3)	

(1) noktasını A ile C'nin arasında sayarsak, (2) noktası için ne diyeceğiz? (2) noktasını kabul edersek, (3) noktasını reddetmemiz keyfi olmaz mı?

Belirsizlik dışında bir güçlük kaynağı da çok anlamlılıktır. Doğal dillerde pek az sözcük temsil ettikleri nesne veya kavramlarla bire-bir bir karşılaşım içindedir. Çoğunlukla, bir sözcüğe birden fazla kavram yüklendiği gibi, aynı kavram için birden fazla sözcük kullanıldığı da görülmektedir. Örneğin dilimizde “dil” sözcüğünün en az üç değişik anlamda kullanıldığını aşağıdaki cümlelerde açıkça görmekteyiz:

(1) Dilimizdeki yabancı sözcüklerin tümünü ayıklamak doğru mudur?

(2) Çocuk dilini dişleyince bastı yaygarayı.

(3) Kilit çalışmıyor, çünkü dili kırık.

Öte yandan “baş”, “kafa” ve “kelle” sözcükleri de (belki küçük farklarla) aynı kavramı adlandırmaktadır.

Anlam belirsizliği ya da çok anlamlılıktan doğan zorluklar, kimi zaman ikisinin birleşmesiyle daha da artabilir. Örneğin, hem çok anlamlılıktan hem de belirsizlikten ötürü, pek çok yanlış anlamalara ve tartışmalara yol açan sözcükler arasında “eşitlik”, “demokrasi” “özgürlük” gibi soyut kavram adlarını gösterebiliriz.

Dilin bu saydığımız özellikleri, tanımlamayı gerekli kılan başlıca nedenlerdir. Tanımlama, kısaca, kullandığımız sözcük, terim, ya da simgelerin anlamlarını belirleme, açıklığa ya da kesinliğe kavuşturma olduğuna göre, tanımlama işlemine en başta çok-anlamlılık ve anlam belirsizliğinin yol açabileceği yanlış anlama veya anlaşmazlıkları önleme veya giderme amacıyla başvurulur. Kullandığımız sözcükler ile temsil

ettikleri “şeyler” ve dolayısıyla kavramlar arasında “birebir karşılaşım” olsaydı (yani her kavram için bir tek sözcük olsa, her sözcük de yalnız bir kavramı temsil etseydi), ayrıca her sözcük için elimizde belli uygulama ölçütleri bulunsaydı, çok anlamlılık ve belirsizlikten doğan bildirişim güçlükleri olmayacak, dolayısıyla tanımlamaya ihtiyaç duyulmayacaktı.

Tanımlama

Tanımlama, daha önce de belirttiğimiz gibi, kullandığımız sözcüklerin, gerektiğinde, anlamlarını açıklama, olabildiğince kesine yakın belirleme sürecidir. Ancak bu ifadede neyin, nasıl tanımlandığı açık değildir. Şu örneğe bakalım:

Örnek (1) — üçgen, üç doğru kenarı olan, kapalı düzlem bir şekildir.

Bu tanımda tanımlanan nedir? “Üçgen” sözcüğü mü, üçgen kavramı mı, yoksa “üçgen” dediğimiz nesne mi? Kesin bir şey söylemek güç. Ancak tanımın ifade biçimine bakılırsa, “üçgen” dediğimiz nesnenin tanımlandığı söylenebilir. Ne var ki, günümüzde sözcüklerin adlandırdığı nesne veya kavramların değil, ancak sözcüklerin tanımlamaya konu olabileceği görüşü egemendir. Kökü Aristoteles’e ulaşan geleneksel görüşe göre ise tanım, tanıma konu olan şeyin özsel niteliğini belirleyen ifadedir. Aristoteles nesnelerin niteliklerini özsel ve eğreti olmak üzere ikiye ayırıyor. Bir nesnesin tanımlanmasında yalnız özsel olan nitelikler yer almalı, eğreti niteliklere yer verilmemelidir. Aristoteles'e göre söz konusu nitelikler nesnel olduğundan, onların ifadesi demek olan tanım da nesneldir; bu nedenle de herhangi bir tanım için, tıpkı herhangi bir önerme için olduğu gibi, “doğru” ya da “yanlış” diyebiliriz. Bir tanımın doğru olması için, tanıma konu nesnenin var olması, varlığı ispat edilen, ya da varsayılan nesnenin özsel niteliklerini belirleyen terimlerin, tanıma konu nesne adından daha iyi bilinmesi gerekir. Böyle olunca, Aristoteles geleneğinde doğru bir tanım ancak bilimsel nitelikte bir araştırma sonucunda ulaşılabilen bir tanım olmaktadır. Örnek (1)'de verilen tanım bu görüşe uygun bir ifade biçimindedir. Geleneksel görüşün yanıldığı nokta, çeşitli tanımlama türleri arasından birini, tek “doğru” tanımlama olarak kabul etmesi, ötekilerini tanımlama saymamasıdır. Oysa biraz ilerde göreceğimiz gibi, kullanış

amaçlarımıza göre değişik tanımlama biçimleri vardır; bunlardan yalnız birini "gerçek" tanım saymak yanlıştır. Şimdi örneğimizdeki tanımı biraz değişik biçimde ele alalım:

Örnek (2) — "Üçgen", üç doğru kenarı olan, kapalı düzlem bir şekil demektir.

Bu tanımda, tanımlanan şeyin düpedüz bir sözcük veya terim ("üçgen" sözcüğü) olduğu açıkça görünmektedir. Tanım "üçgen" sözcüğünün anlamının ne olduğunu, daha doğru bir deyişle, bu sözcüğü hangi anlamda kullandığımızı veya kullanmamız gerektiğini belirtmektedir. Bu biçimi ile tanımı bir önerme gibi doğru ya da yanlış saymamız ancak şu bakımdan mümkün olabilir; tanım, sözcüğe verilen anlamın tanımı yapan tarafından belirlendiğini değil, yerleşmiş veya herkes tarafından kabul edilmiş anlam olduğu iddiasını ifade ediyorsa. Şüphesiz tanımların büyük bir bölümü özellikle sözlüklerde yer alan tanımlar, bu sonuncu işi görmekte, sözcüklerin öteden beri bilinen veya ortak kullanışta kabul edilmiş anlamlarını vermekle yetinmektedir. Bu noktadan bakılınca Örnek 2'deki tanımı "doğru" ya da "yanlış" diye değerlendirmek belki yersiz olmaz. Ne var ki, söz konusu tanımın biçimine daha uygun bir yoruma gittiğimizde, böyle bir değerlendirmenin olanak dışı kaldığı görülecektir. Gerçekten, "'Üçgen' .... demektir" biçiminde yapılan tanımda, "üçgen" sözcüğünün anlamını bildirmekten çok, "üçgen" sözcüğüne verilen belli anlam belirtilmektedir. Tanımı, tanım konusu sözcüğe anlam verme işlemi olarak yorumladığımızda eksik, yetersiz veya gereğinden fazla geniş, gereğinden fazla dar sayabiliriz; ama, biçimi, bir önermeyi andırıyor diye, "doğru" ya da "yanlış" sayamayız.

İfade biçiminin yol açtığı bu sakıncayı önlemek bakımından, tanımlarımızı önerme biçiminde değil, matematik ve mantıkta benimsenen biçimde ifade etme yoluna gidebiliriz.

Örnek (3) — "Üçgen", $=_{Dk}$ Üç doğru kenarı olan, kapalı, düzlem bir şekil.

Bu ifadenin biçimini belirgin kılmak için, tanımı yapısal öğelerine indirgeyerek şöyle gösterebiliriz:

Örnek {4) — "x" $=_{Dk}$ "y"

Burada “x” tanımlanan sözcük veya deyimin, “y” tanımlayan sözcük veya sözcüklerin (tanımlayan çok kez birden fazla sözcüğü kapsar) yerini tutmaktadır. “Dk” ise “demektir” sözcüğünü kısaltmakta, tanımlanan ile tanımlayanların anlamdaşlığını göstermektedir. Buna göre, genel bir kalıp oluşturan Örnek-4’deki ifadeyi, “x” sözcüğü “y” demektir, veya “X” sözcüğü “y” anlamına gelir, gibi okumak uygun olur (Ancak, tanımlanan ve tanımlayan şeylerin sözcüklerden ibaret olduğunu göstermek bakımından Örnek-3'te olduğu gibi tırnak içinde verilmesi gerekli ise de, tanım metin içinde ayrı satır olarak verildiğinde tırnak kullanımından vazgeçilebilir).

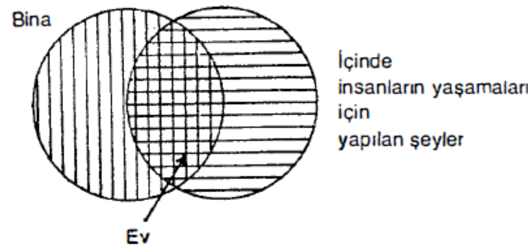
Bu kalıp içinde neyin, nasıl tanımlandığı hiçbir kuşkuya yer bırakmayacak kadar açık görünmektedir. Böylece, anlıyoruz ki, tanımlama, bir sözcüğün anlamını (bu anlam sözcüğe öteden beri verilmiş, alışılagelmiş anlam olabileceği gibi tanımlayıcının kendi önerdiği yeni bir anlam da olabilir) başka sözcüklerle belirleme işleminden başka bir şey değildir.

Tanımlamayı ister Örnek-1‘deki biçime, isterse Örnek-3'teki biçime uyarak yapalım, bilerek ya da bilmeyerek, geleneksel mantığın bir öğretisi gereğine bağlı kaldığımızı görmekteyiz. Bu öğretiye göre her tanım, tanıma konu “şey”in *yakın cinsi* (genus proximum) ile *türel ayrımı* (differentia specifıca) belirtilerek yapılır.

Örneğin,

Ev $=_{Dk}$ içinde insanların yaşaması için yapılan bina,

tanımında “bina” sözcüğü tanımlanan ev'in yakın cinsini, “içinde insanların yaşaması için yapılan” ifadesi ise türel ayrımını belirtmektedir. Ev bir binadır, fakat herhangi bir bina değil, belli türden bir bina (içinde insanların ya-şamaları için yapılan bir bina)dır. Başka bir deyişle, “ev” denilen nesne türü, binalar ile içinde insanların yaşaması için yapılan şeylerin kesişiminde yer almaktadır. Bunu bir diyagramla şöyle gösterebiliriz:



Bu tür tanımlama, tanıma konu “şey”in bir sınıf veya nitelik oluşturduğu durumlarda uygun düşmekle birlikte, tanımlanan “şey”in bir sınıf veya nitelik oluşturmadığı hallerde uygulamaya elverişli olduğu söylenemez. Özellikle bilimde *ilişki* ve *işlev* belirten terimlerin bu tür bir tanımlamaya elverişli olmadığı, ancak bağlamsal ya da işlemsel (operational) olarak tanımlanabildiği göz önünde tutulursa, geleneksel mantığın biricik “doğru” saydığı tanımlama biçiminin yetersizliği kendiliğinden ortaya çıkar. Örneğin, “daha serttir” gibi ilişki belirten bir deyim, veya “x’in ortalama yoğunluğu” gibi işlev (fonksiyon) belirten bir ifadenin tanımında geleneksel tanımlama yöntemini uygulamaya kalkışmak boşuna bir çabadır. Bilimde daha büyük yer tutan bu tür terim veya deyimlerin tanımında başvurulan işlemsel tanımlama aşağı yukarı şu biçimleri almaktadır.

Örnek (1) — x minerali y mineralinden daha serttir
$=_{Dk}$ birbirine sürtüldüğünde x, y’yi çizer,
fakat y, x'i çizmez.

Görüldüğü üzere Örnek-1'deki tanım biçiminde “yakın cins” ve “türel ayrım” kuralı yerine, işlemsel yoldan anlam belirtme yoluna gidilmiştir. Aynı yöntemin uygulanışını Örnek-2'de de görmekteyiz:

Örnek (2) — x'in ortalama yoğunluğu $=_{Dk}$ $\dfrac{\text{x'in gram olarak kütlesi}}{\text{x'in cm}^3\text{ olarak oylumu}}$

Tanımlamada yalnız sınıf veya nitelik oluşturan nesnelere uygun bir yöntem izlediği içindir ki, geleneksel mantık bilimsel kavramların çözümlenmesinde yetersiz ve etkisiz kalmıştır. Aslında “yakın cins” veya “türel ayrım” kuralı, bir tanımlama yöntemi olarak ne yeterli ne de gereklidir. Sınıf veya nitelik oluşturan nesnelerle ilgili tanımlamalarda bile bu yöntemin her zaman beklenen etkinliği gösterdiği söylenemez[29].

İkinci Kesim

BİLİMSEL YÖNTEM ve KAPSADIĞI İŞLEMLER

Bu kesim dört bölümden oluşmaktadır. İlk iki bölümde (V. ve VI. Bölümler) bilimsel metodun kapsamı, sınırları ve bilimsel metot üzerinde ileri sürülmüş başlıca görüşler ele alınmış; son iki bölümde (VII. ve VIII. Bölümler) gözlem, deney ve ölçme gibi olgu toplama işlemlerine ilişkin konulara yer verilmiştir.

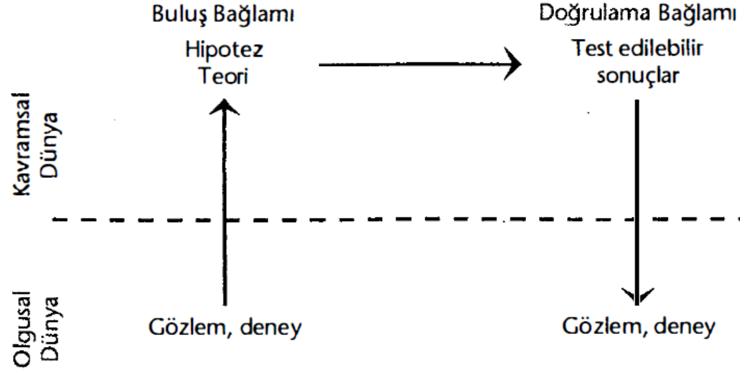
V. BÖLÜM

BİLİMSEL YÖNTEM: KAPSAM ve SINIRLARI

Bilimsel Yöntemin Yapı ve İşlevi

Daha önceki açıklamalarımızda, bilimin başta gelen amacının evreni anlamak olduğunu belirtmiştik. Bu amaca ulaşma çabasında bilim olguları betimleme (tasvir) ve açıklama (izah etme) yollarına başvurur. İşte "bilimsel yöntem" dediğimiz şey bilginlerin ortaklaşa kullandıkları bu betimleme ve açıklama yollarını kapsayan, bir yanı ile eylemsel, öbür yanı ile düşünsel bir süreçtir. Bilimsel yöntemi nitelemeye çalışırken bazı temel ayrımları göz önüne almada yarar vardır. Bunlardan biri, bilimin betimleme ve açıklama işlevleri arasındadır. Betimleme bütün bilim kollarında ilk aşamayı oluşturur; amacı araştırma konusu olguları ve bu olgular arasındaki ilişkileri saptama, sınıflama ve kaydetmedir. Bilim betimleme aracı olarak gözlem, deney ve ölçme gibi işlemleri kullanır. Açıklama daha üst düzeyde

yer alır, ilk aşamada betimlenmiş olguları, bu olguların ilişkilerini yansıtan empirik genellemeleri, bazı kuramsal kavram veya genellemelere başvurarak anlaşılır (ya da beklenir) hale getirme amacını güder. Bilimde, özellikle teorik kavramlarla çalışan ilerlemiş bilim kollarında (Örneğin; fizik, kimya, astronomi ve bazı yönleri ile biyoloji ve psikoloji) olgunun ne olduğunu, hatta nasıl meydana geldiğini bilmek çok kez yeterli görülmez; onun nedenine inmek, ön-koşullarına ne biçimde bağlı olduğunu saptamak gereği duyulur. “Açıklama” denilen bu işlem olguya ilişkin ve kuramsal nitelikte bir veya daha fazla hipotezin varlığına bağlıdır. O halde bilimsel yöntemi nitelerken, göz önünde tutmamız gerekli ikinci önemli ayrım empirik genellemelerle kuramsal genelleme (hipotez)'ler arasındadır. Tek tek olguların gözlemlerinden başlayarak, olgu gruplarını kapsayan bir takım genellemelere ulaşmak ile bu genellemeleri açıklama amacı ile kuramsal kavram veya genellemeler ortaya atmak apayrı şeylerdir. “Olgusal” diyebileceğimiz birinci tür genellemeler doğrudan gözleme konu olup indüktif yoldan elde edildiği halde, kuramsal (teorik) nitelikteki ikinci tür genellemelerin doğrudan doğruya gözleme konu olması şöyle dursun, ne tür bir düşünme ile elde edildiği de bilinmemektedir. Bilim için önemli olan bir teori veya hipotezin ne yoldan ortaya atıldığından çok, olgusal verilerce desteklenip desteklenmediğidir. Bu bizi üçüncü bir ayrıma, “buluş” ve “doğrulama” bağlamı ayrımına, getirmektedir. Olguları ve olgular arasındaki ilişkileri saptama, bu saptanan olgu ve olgusal ilişkileri açıklamaya elverişli teorik kavram ve hipotezleri bulma veya ortaya atma buluş bağlamına; bulunmuş hipotez veya teorilerden olgusal olarak test edilebilir sonuçlar çıkarma ve bu sonuçları yeni gözlem ya da deney verileri ile karşılaştırma işlemleri doğrulama bağlama girer. Her iki bağlam ile ilgili daha ayrıntılı açıklamaları, özellikle buluş bağlama ilişkin farklı görüşlerin tartışmasını ileriki bölümlere bırakacağız. Şimdi sözünü ettiğimiz ayrımları topluca gösteren aşağıdaki şemayı vermekle yetineceğiz. Bu söylediklerimizi şematik olarak şöyle gösterebiliriz:



Şema aynı zamanda bundan sonra ele alacağımız soru veya konuların genel bir çerçevesini vermektedir.

Bilimin tüm sorunlarımızı çözmeye yetkin büyülü bir değnek olmadığı, ancak belli nitelikteki problemlere uygulandığında etkin olduğu genellikle bilinmektedir. Ne var ki, bilimin kapsam ve sınırlarını kesinlikle belirleme çok zor olduğundan, hangi sorunların bilimsel incelemeye konu olabileceği, hangi sorunların olamayacağı öteden beri sürüp gelen bir tartışmadır. Bir uçta bilimin konusunu sadece fizik dünyada yer alan olgularla sınırlı görmek gereğini ileri sürenler karşısında, öbür uçta, bilime hiçbir sınır tanımayan, her türlü sorunu bilimin kapsamı içinde gören kimseler yer almaktadır. Birinci grupta çoğunluk mistik ya da dinsel eğilimli kimselerin, ikinci grupta sayısı giderek azalan aşırı "bilimci"lerin yer aldığını görüyoruz. Aslında bilimsel metodun uygulama alanı ne birincilerin göstermek istedikleri kadar dar, ne de ikincilerin hayal ettikleri kadar geniştir. Bu alan bilimsel yöntem ve araçların gelişmesine koşut olarak sürekli bir genişleme içinde olmakla birlikte, bazı tür problemlerin bugünkü koşullar altında (eldeki olanakların yetersizliği nedeniyle) hiç değilse şimdilik, diğer bazı tür problemlerin de nitelikleri gereği belki de hiçbir zaman bilimsel incelemeye elverişli olmayacağı gerçeğini kabul etmek gerekir.

Bilimsel yöntemin uygulama alanını belirlemede elimizde kesin kural ya da ölçüt yoktur, ancak bazı noktalara değinmek yoluna gidebiliriz. Genel olarak denebilir ki, bir yöntemin etkin bir şekilde uygulanabildiği problem kümesi o yöntemin kapsamını, uygulanamadığı problem kümesi ise sınırını

belirler. Örneğin, aritmetiğin kapsamını “toplama”, “çıkarma”, “çarpma” ve “bölme” dediğimiz dört temel işlemin uygulanması ile çözülebilen problemlerin; sınırını, çözümü başka matematiksel teknikleri gerektiren (genellikle rasyonel olmayan sayıları gerektiren limit, fonksiyon gibi kavramlara dayanan) problemlerin oluşturduğu söylenebilir.

Bilimsel yöntemin kapsamını olgusal içeriği olan problemler, sınırını ise olgusal içerikten yoksun problemler oluşturur. “Olgusal” içeriği olmayan problem, gözlem veya deney yoluyla çözümü irdelenemeyen problemdir. Tüm metafizik problemler bu sınıfa girer. Örneğin Tanrının var olup olmadığı, evrenin yapısında gerçek nesnenin ruh mu yoksa madde mi olduğu, gözlenebilen olguların birer görüntüden ibaret olduğu, asıl gerçekliğin bu görüntüler gerisinde yattığı gibi sorunlar metafiziksel nitelikte olup bilimin inceleme konusu dışında kalırlar.

Çözüm herhangi bir problem olmaktan çıkaran yanıttır. Bir çözümün bilimsel nitelikte olması şu üç ölçüte uygun olmasını gerektirir: (1) Çözümün mantıksal yönden kabul edilebilir olması. Bu, kısaca çözümü dile getiren öneme veya önerme grubunun bilinen mantıksal (tutarlı düşünme) kurallarına aykırı düşmemesi, daha önce güvenilir yollardan saptanmış bilgilerle çelişmemesi ve yanıt oluşturduğu probleme ilişkin olması demektir. (2) Çözümün doğru olması. Bir çözümün mantıksal yönden kabul edilebilir olması onun doğru olduğunu göstermez. Öyle bir çözüm doğru da olabilir, yanlış da. Çözümün doğru olması, çözümü dile getiren önerme veya önermelerin güvenilir gözlem veya deney sonuçlarına uyması demektir. Ancak bu koşulun yerine getirilmesi her şeyden önce söz konusu önermelerin olgusal içeriğe sahip olması, başka bir deyişle, olgusal olarak test edilebilir olmasını gerekli kılar. Bu da üçüncü ölçütü yani, (3) çözümün güvenilir gözlem veya deney sonuçları ile doğrulanabilir biçim ve içerikte olması gereğini oluşturmaktadır.

Bilim dışı çözüm biçimlerinden hiçbiri bu üç koşulu tam karşılama yoluna gitmez. Örneğin, metafizik çözümlerde yalnız birinci ölçüte uygunluk yeterli görülmekte; mistik, dinsel ya da mitolojik çözümlerde ise ölçütlerin hiçbiri göz önüne alınmamakta, insanların akıl dışı sayabileceğimiz korku, kaygı, güvensizlik duygusu, umutlanma ve yüce bir güce sığınma ihtiyacı gibi birtakım psikolojik yanlarına hitap edilmekle yetinilmektedir. Bilim

gibi, metafizik ve mistik düşünme biçimlerinin de evreni açıklama ve evrende olup-bitenlere ilişkin bize bilgi verme amacı güttükleri söylenebilir. Ne var ki, bu tür "bilgi" iddialarını olgusal yoldan doğrulama olanağı yoktur. Zaten, bilim dışında bir metafizik veya mistik düşünme çabasının varlığı o düşünceyi oluşturan savların bilimsel eleştiri ve irdelemeye konu oluşturmamasıyla olanak kazanır.

Öte yandan bilimsel nitelikteki çözümlerin hepsini tek düzeyde saymak da yanlıştır. Bir bölümü daha basit, bir bölümü daha karmaşık olabilir. Basit düzeyde, çözüm birkaç olgusal önermenin doğrulanması ile sağlanabilir. Örneğin suyun kaynama noktası ile hava basıncının ilişkisi, sabit sıcaklıkta bir gazın basınç ve oylumunun ters orantılı değişmesi, madenlerin ısıtıldığında genleşmesi gibi konularda çözüm dile getiren önermeler çoğu kez sıkı ve dar mantıksal çıkarımlara gidilmeksizin doğrudan test edilebilir basitliktedir. Daha üst düzeyde çözümler, basit ve doğrudan test edilebilir önermelerle birlikte, bazı genelleme ve hipotezleri de kapsar. Bunların olgusal olarak doğrulanmaları ancak dolaylı yoldan, yani birtakım işlemsel tanımlara ve sıkı mantıksal çıkarımlara başvurularak sağlanabilir. Örneğin maddenin moleküler veya atomik yapısı, ışığın dalga veya parçacık niteliği, elektromanyetik alan, evrensel çekim gücü gibi konularda ortaya atılan çözümler, soyut kavramları içine alan birtakım teorik nitelikte genellemelerden ibarettir. Bu tür genellemeleri doğrudan gözlem veya deney sonuçları ile karşılaştırmak olanağı yoktur; onların doğrulanmaları dolaylı ve karmaşık bazı işlemlerin kullanılmasını gerektirir.

Bilimsellik Ölçütü

Yukarda "olgusal yoldan doğrulanabilirlik" niteliğini bilimsel yöntemin kapsam ve sınırını belirleyen ölçüt olarak gösterdik. Ancak bu herkesçe kabul edilmiş olmadığı gibi günümüzde bile sürüp giden pek çok tartışmalara yol açmıştır. Her şeyden önce ölçütün anlamı tam açık değildir. Bir önerme veya iddianın olgusal yoldan doğrulanabilir olması, çeşitli yorumlara elverişli bir koşuldur. Bir uçta, çok dar olduğu anlaşıldığı için günümüzde vazgeçilen bir yoruma göre, deney veya gözleme başvurulduğunda doğru ya da yanlış olduğu kesinlikle saptanan önermeler ancak bilimseldir.

Bir önermenin doğru olup olmadığını saptamanın hiçbir yolu yoksa, o önerme anlamsızdır. Çünkü bu yorumda önermenin anlamı ile doğrulanma yöntemi bir tutulmaktadır. Ölçütün bu yorumu, bilimde çok önemli olan teorik genellemeler şöyle dursun, daha alt düzeydeki olgusal genellemeleri bile bilimin kapsamı dışında tutacak kadar kısıtlayıcı idi. Öteki uçta yer alan yorum ise "doğrulanabilirliği" gerçekleşmesi gerekli bir koşul olarak değil, mantıksal bir olanak olarak kabul etmiş, böylece ölçütün ayırma gücünü zayıflatmıştır. İki uç arasında yer alan bir üçüncü yoruma göre "doğrulanabilirlik" empirik bir olanak olarak düşünülmelidir. Bu anlamda bir önermeyi, yalnız mantıksal kurallara değil aynı zamanda yerleşmiş bilimsel yasalara da aykırı düşmeyen bir yoldan irdeleyebilirsek "doğrulanabilir" sayacağız. Başka bir deyişle, olgusal yoldan doğrulanabilir olan bir önerme hem mantıksal hem de empirik yönden olası görülen önermedir. Ölçüt bu yorum çerçevesinde alınınca, örneğin;

> *"Neptün gezegeni üzerinde volkanik kraterler vardır."*

önermesi olgusal anlamlı, dolayısıyla doğrulanabilir bir önerme kabul edildiği halde,

> *"x yıldız kümesi güneş sistemimizden ışık hızından daha yüksek bir hızla uzaklaşmaktadır."*

olgusal anlamdan yoksun, dolayısıyla bilimsel yöntemle doğrulanmayan bir önerme sayılmak gerekir. Mantıksal yönden iki önerme de doğrulanabilir niteliktedir. Ancak birinci önermenin doğrulanması şu anda teknik koşullar bakımından olanaksız olsa bile fiziksel yönden olanaklıdır. Oysa ikinci önermenin ne teknik koşullar ne de doğa yasaları yönünden irdelenmesine olanak yoktur.

"Doğrulanabilirlik" ölçütünün tartışmaya yol açan bir yanı da, genelleme biçimindeki önermelerin hiçbir zaman tüketici bir şekilde doğrulanamaması, bu nedenle bu tür önermelerin bilim dışı bırakılması gibi bir sakıncanın ortaya çıkmasıdır. Örneğin,

"Serbest düşen her cismin hızı düşme zamanıyla orantılı olarak artar." genellemesi, bilimsel bir yasa niteliğinde olduğu halde, bütün cisimler için doğrulanması mümkün olmadığından "doğrulanabilirlik" niteliğinden yoksun metafiziksel bir önerme sayılması gibi bir aykırılık içine düşülür ki,

bu da ancak ölçütün geçerli olmadığı sonucuna bizi götürür.

Ölçütün geçerliliği üzerinde çok daha ciddi olan bir eleştiri de şudur: Önermelerin birçoğu olgusal içerikten yoksun olmakla birlikte doğrulanabilir. Başka bir deyişle, “doğrulama” bilimsel nitelikte olan önermelerle olmayan önermeleri birbirinden kesinlikle ayırma gücünde değildir. Bu görüşü ileri sürenler, bilim dışı birer düşünme sistemi saydıkları diyalektik materyalizm ve psikanalizde, gözlem sonuçları nasıl ortaya çıkarsa çıksın, daima doğrulanan birtakım genellemelerin yer aldığına işaret etmektedirler. Gerçekten bilimsel olan bir teori birbirine ters düşen iki olayı kapsamaz. Oysa, Freud teorisi, herhangi bir durumda bir insanın davranışı ne yönde belirirse belirsin onu açıklamaya elverişlidir. Örneğin, bir kimse ister boğulmakta olan birini kurtarmak için yaşamını tehlikeye atsın, ister tam tersine onu büsbütün boğmaya çalışsın teori yönünden durum değişmemekte, ikisi de beklenir davranışlar olarak teorinin doğruluğuna kanıt oluşturmaktadır.

“Doğrulanabilirlik” ölçütünü bu şekilde eleştirenler, daha etkili ve geçerli ölçüt olarak “yanlışlanabilirliği” önermektedirler[30].

Yanlışlanabilirlik ölçütünü öngören Karl Popper bilimde indüksiyona yer vermediği için, indüksiyon kavramına bağlı “doğrulanabilirlik” ölçütünü de reddetmektedir. Ona göre, bilimsel teoriler tek tek olguların gözlemine dayalı indüktif yoldan elde edilmediği gibi, bu yoldan doğrulanamazlar da. Gerçekten bilimsel genellemeleri ne kadar kanıt gösterirsek gösterelim, hiçbir zaman tüketici bir şekilde doğrulayamadığımız halde, ters yönde beliren tek bir kanıtla yanlışlamak olanaklıdır. Başka bir deyişle, gözlem sonuçları bize bir genellemenin doğruluğunu geçerli bir çıkarımla sağlamadığı halde, yanlışlığını geçerli bir çıkarımla verebilir. Şimdi, kesinlikle doğrulanamadıkları nedeniyle teorik genellemeleri bilim dışı saymak abestir; çünkü teorik bilimlerin dokusunu bu tür genellemeler oluşturmaktadır. O halde yapılacak şey bu tür genellemeleri bilim dışında bırakmayacak, fakat gerçek bilimle sözde bilimi (örneğin metafiziksel spekülasyonu) ayıran sınırı çizmeye elverişli ölçütü koymaktır. Popper için bilimsel olan bir önerme veya teorinin ayırıcı niteliği gözlem veya deney sonuçları ile *test edilebilir* olması, başka bir deyişle *yanlışlanabilir* olmasıdır. Bir önerme yanlışlanabilir değilse, bilimsel de değildir. Sözde

bilime ilişkin hiçbir önermeyi olgusal yoldan reddetmeye olanak yoktur; çünkü bu önermeler yanlışlanmaya elverişli bir biçimde ifade edilmez. Oysa “empirik bir bilim sistemi için olgusal testlerle yanlışlama olanağı” vazgeçilmez bir gerektir[31]. Örneğin,

Evrende her şeyin büyüklüğü her gün iki katına çıkmaktadır.

önermesi bilimsel değildir, çünkü bu tür önermeyi yanlışlama olanağı yoktur. Aynı şekilde,

“Şimdi hava güneşlidir ya da güneşli değildir.”

gibi olgusal içerikten yoksun önermeleri de yanlışlama olanağı olmadığı için (çünkü hava ister güneşli ister kapalı olsun önerme doğru kalmaktadır.) bilimsel sayamayız, Oysa,

“Şimdi hava güneşlidir”,

önermesi yanlışlanabilir ve bu tür olgusal içerikli önermeler ister örnekte olduğu gibi doğrudan test edilebilen basit önermeler olsun, ister ancak dolaylı yoldan test edilebilen teorik nitelikte genellemeler olsun bilimsel saymak gerekir.

Popper'e göre, bilimsel yöntemin başta gelen amacı gerçekte olguların testine dayanmayan birtakım önermeleri bize doğru göründükleri için muhafaza etmek değil, fakat ayıklamaktır. Doğada olduğu gibi bilimde de bir seçme ve ayıklama söz konusudur. Ancak tüm çabalara karşın yanlışlanamayan önermeleri doğru sayabiliriz.

Popper'in “doğrulanabilirlik” ölçütüne yönelttiği başlıca eliştirilerden biri, ölçütün bilimde önemli yer tutan genellemelerden birçoğunu ispatlanamıyor diye bilim dışı saymamızı gerektirecek kadar kısıtlayıcı olması idi. Ancak, aynı eleştirinin “yanlışlanabilirlik” ölçütüne de yöneltilmesi mümkündür. Çünkü, bu ölçüt empirik içerikli genellemeleri bilim kapsamına aldığı halde gene bilimde yer alan varlıksal önermeleri kolayca yanlışlanamamaları nedeniyle, bilim dışı tutmak gibi başka bir darlığa bizi düşürmektedir. Örneğin,

“Beyaz cüce yıldızlardan hiç değilse bir tane ikili sistem vardır.”

gibi varlıksal bir önermeyi, gözlem sonuçlarımızdan hiçbiri destekleyici olmasa bile, yanlış sayamayız; çünkü yaptığımız gözlemler hiçbir zaman tüketici olmayacak olası gözlemlerin ancak bir parçasını oluşturacaklardır.

Gerek “doğrulanabilirlik”, gerek “yanlışlanabilirlik” ölçütlerinin uğradığı eleştiriler az çok değişik bazı görüşlerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bunlardan ikisine kısaca değinmekte yarar görüyoruz.

Carnap'ın ileri sürdüğü birinci görüş, bir “gözlem dili” kurmayı, yalnız bilimsel önermelerin bu dile çevrilebilir olmasını istemeyi öngörmüştür. Ancak, böyle bir dili kurmaya girişen Carnap kendisi çok geçmeden bazı zorluklarla karşılaşmıştır. Bilimde yer alan teorik terimlerin tümünün “gözlem dili”nde tanımlanabilir olma ve bu terimlere dayanan önermelerin tümünün “gözlem dili”ne çevrilebilir olma gereğinin yerine getirilemeyeceği görülmüştür. Bu zorluk karşısında Camap, teorik terimleri gözlem terimlerine bağlamak için “koşullu tanımlama”dan yararlanmak yoluna gitmiştir. Örneğin, x gibi bir nesnenin “çözümlenebilir” olma niteliği doğrudan ve belirtik bir biçimde gözlem terimleri ile tanımlanamadığından, “koşullu” veya “işlemsel” diyebileceğimiz şöyle bir yoldan gözlem dilinde ifade edilebilir: x'i bir sıvı içine daldırdığımızda ancak ve ancak x çözümlenirse, x için “çözümlenebilir” diyeceğiz. Böyle bir işlemsel tanım, tanımlanan terimin tüm anlamını vermekten uzaktır. Çünkü terimin işleme sokulmadığı hallerdeki anlamı tanım dışı kalmaktadır. Örneğimizde x nesnesinin çözümlenebilirliği x'in “bir sıvı içine daldırılması” gibi bir işlem altında belirtilmiştir. Böyle bir işleme gidilmediği hallerde x’in çözümlenebilir olup olmadığı hakkında bir şey söylenmemektedir.

Ne var ki, bu tür tanımlama bile istenilen sonucu vermemiş, bazı teorik terimlerin gözlemsel olarak ifadesi sağlanamamıştır. Örneğin, gazların kinetik teorisinde “bir molekülün hızı” kavramı tanımlanmaksızın teorinin postulatlarında geçmektedir. Teorinin postulattan bazı karşılaşım kuralları (rules of correspondence) kullanılarak gözlemsel önermelere bağlanır. Kinetik teorisinde kullanılan karşılaşım kuralları, bütün moleküllerin hızlarının karelerinin ortalamasının karekökü “the root mean square volecity”si ile gazın gözlenebilir özellikleri olan basınç ve sıcaklığı arasında bağ kurmaktadır. Ne var ki, söz konusu teori tüm bir postulat sistemi olarak işlemsel tanım veya anlam kuralları yoluyla gözlem dünyasına bağlanmakta

ise de “bir molekülün hızı” kavramı gözlemsel olarak belirtilemeden kalmaktadır. İşin içinden çıkmak için Carnap, teorik kavramların gözlemsel dildeki önermelere bağlanmasını sağlamak üzere, belirtik tanımlama, işlemsel tanımlama ve bir teori çerçevesinde postulatlarla tanımlama yollarından yararlanılmasını önermiş, bu yollardan hiçbiri ile gözlem diline bağlanamayan terim ya da kavramlar hakkında söz edilmemesi gereğini ileri sürmüştür. Bu durumda artık, tek tek önermelerin değil, önermelerin yer aldığı tüm teorik bir sistemin empirik anlamı olup olmadığı sorulabilir.

İkinci değişik görüşü Ayer ortaya atmıştır. Buna göre, bir önermenin “doğrulanabilir” sayılması için, hiç değilse olası bir gözlem sonucunun o önerme için kanıt oluşturması gerekir. Başka bir deyişle, P gibi bir önermenin olgusal anlamlı olması demek, Q gibi bir gözlem önermesinin P ve R (R yardımcı bir veya birkaç öncülün yerini tutmaktadır) öncül takımından mantıksal yoldan çıkarılabilir olması (ancak Q yalnız R'den elde edilir olmamalı) demektir.

Ne var ki, eleştiriler çok geçmeden olgusal anlamdan yoksun önermelerden de uygun yardımcı öncüller kullanılarak gözlem önermesi çıkarmanın olanaklı olduğunu göstererek ölçütün gereğinden fazla geniş tutulduğunu ortaya koymuşlardır. Bunu bir örnekle göstermek için olgusal anlamdan yoksun kabul ettiğimiz şu önermeyi ele alalım:

(1) Varlık yokluğun anasıdır.
Bu önermeden herhangi bir gözlem önermesini, örneğin,

(2) Elimde şimdi bir kitap var.
önermesini çıkarmak için,

(3) Varlık yokluğun anası ise, elimde şimdi bir kitap var.
gibi bir yardımcı öncül kullanmak yeter. Gerçekten (1)’deki önermeyi P, (2)'deki önermeyi Q ile gösterirsek (3)'teki önerme P⟶Q biçimini[32] alır ve çıkarımın

P⟶Q
P
———

∴ Q

gibi mantıksal geçerliği olan bir kalıba uyduğunu, ve P->Q

P⟶Q

∴ Q

kalıbının da geçersiz olduğunu görürüz.

Zorluğun kökü şüphesiz yardımcı öncülü seçmedeki kural tanımazlıkta yatmaktadır. Bunu fark eden Ayer, “Varlık yokluğun anası ise, elimde şimdi bir kitap var” türünden, herhangi bir öncülden herhangi bir olgusal önerme türetmeye elverişli yardımcı öncüllerin kullanılmasını önlemek amacı ile seçilecek yardımcı öncülün şu dört önerme tipinden birine girmesi gereğini ileri sürmüştür:

(1) Analitik önermeler,

(2) Gözlem önermeleri,

(3) Herhangi bir gözlem-önermesi ile birleştiğinde genel bir gözlem önermesinin çıkarımına elverişli önermeler,

(4) Doğrulanabilir nitelikte olduğu bağımsız olarak saptanabilen önermeler.

Görülüyor ki, teorik nitelikte bir önermenin olgusal yönden anlamlı olup olmadığını saptamak için her şeyden önce başka bazı önermelerin ne tür bir özelliği olduğunu saptamaya ihtiyaç vardır. Öte yandan, önermeler kullanış bağlamlarına göre analitik sayılabilecekleri gibi olgusal içerikli de sayılabilirler. Örneğin, “Bütün A'lar aynı zamanda B'dir”, biçiminde bir olgusal genelleme, herhangi bir nesnenin A kümesinin bir ögesi olmak için ne gibi bir özelliği olması gerektiğini belirten bir tanım, yani analitik bir cümle olarak da düşünülebilir. Bu türlü yorumlamalara kapı açık olduğuna göre, bir önermenin olgusal anlamlı olup olmadığını belirlemek o önermenin geçtiği bağlamdaki kullanış biçimini göz önüne almayı da gerektirir. (Bkz. Ek 5: — Bilim Felsefesi: Kişisel Bir Bildiri, Karl R. Popper).

VI. BÖLÜM

BİLİMSEL YÖNTEMİ FARKLI YORUMLAMALAR

Klasik Yorum

Bilimsel yöntemin anlam ve kapsamını belirtme amacı ile bir önceki bölümde verdiğimiz genel açıklama, bütün bilim kolları için geçerli ortak bir yöntemin olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak bu varsayımın kendisi tartışma konusudur. Gerçekten bütün bilim kolları için geçerli sayabileceğimiz ortak bir yöntem var mıdır? Yoksa her bilim kolu kendi özelliklerine uygun düşen farklı diyebileceğimiz bir yaklaşım mı sergilemektedir?

Hemen belirtmeli ki, bilginler ve bilim felsefecileri arasında ortak yöntem tezini kabul edenler olduğu gibi, farklı yöntem tezini savunanlar da vardır. Birinci grupta yer alanlar için bilim kolları arasındaki benzerliklerin, ikinci grupta yer alanlar için ise bilim kolları arasındaki farkların önemli sayıldığını görmekteyiz. Bilim dalları arasında hem önemli farklar, hem de önemli benzerlikler olduğuna göre (çünkü farklar olmasaydı ayrı bilim kolları ortaya çıkmayacak, benzerlikler olmasaydı hepsine “bilim” demek mümkün olmayacaktı) iki tezi uzlaştırıcı kapsamı daha geniş bir görüş ileri sürülebilir mi? Böyle bir görüşe giderken her şeyden önce farklar ve benzerliklerin ne olduğunu belirtmeye ihtiyaç vardır. Fazla ayrıntıya girmeksizin denebilir ki, bilim kolları arasındaki farklar,

(a) İnceleme konularındaki ayrılıklardan,

(b) inceleme konularına ait özelliklerin gerektirdiği farklı inceleme teknik ve işlemlerden,

doğmaktadır. Öte yandan bilim kollarının tümünü niteleyen temel benzerlikleri,

(a) Düşünme ve inceleme sürecinde izlenen ortak yöntem anlayışında,

(b) Ulaşılan sonuçların geçerliğini saptama için kullanılan ortak ölçütlerde bulabiliriz.

Biz burada “bilimsel yöntem” kavramını niteleme çabasında olduğumuzdan bizi bilim kolları arasındaki farklar değil, fakat benzerlikler ilgilendirmektedir. Dolayısıyla önümüzdeki sorun bilimsel yöntemin tüm bilim kolları için geçerli sayabileceğimiz mantıksal yapısını belirlemektir. Ne var ki, bu konuda çeşitli felsefe görüşlerini yansıtan değişik şemalar ileri sürülmüştür. Örneğin felsefede empirik geleneğe bağlı düşünürler için *indüksiyon*, rasyonalist geleneğe bağlı düşünürler için *dedüksiyon*, modern mantıkçılar için *hipotetik dedüksiyon*, pragmatistler için *retrodüksiyon* veya *problem çözme* bilimsel yöntemin özünde yer alan mantıksal düşünme veya çıkarım türünü veya biçimini oluşturmaktadır.

İndüksiyon temel işlevi açısından bir genelleme yöntemidir; sonlu veya sonsuz bir sınıf oluşturan tek tek nesne veya olguların gözleminden hareket ederek, o sınıfın tümünü kapsayan bir genelleme çıkarmaya yarar. Örneğin, a_1. a_2, a_3, … a_n, gibi aynı kümeye giren bazı nesnelerin B gibi bir ortak niteliklerinin olduğunu saptıyor, buna dayanarak tüm A'ların B niteliğine sahip olduğu sonucuna varıyoruz. Kuşkusuz bu sonuç zorunlu değildir; dayandığı gözlemsel önermelerin hepsi doğru olsa bile kendisi yanlış olabilir. Çünkü, varılan sonuç gözlem yoluyla sağlanan kanıt veya belgelere dayalı olmakla birlikte, onları aşan ve henüz gözlemi yapılmamış nesne veya olguları da kapsamına alan bir genellemedir. n sayısında gözlemin (bu sayı ne denli büyük olursa olsun gene de sınırlıdır) doğruladığı bir yargıyı n+1 gözleminin de doğrulayacağı kesinlikle söylenemez. Gözlediğimiz kara kargaların sayısı ne olursa olsun, bütün kargaların kara olduğunu söylemek, hiçbir zaman mantıksal geçerlik kazanmaz. Bu nedenledir ki, indüksiyonun bizi asla kesin ve tam güvenilir bir yargıya ulaştıracağını bekleyemeyiz.

Bilimsel yöntemin özünde indüksiyonu bulan empirik eğilimli düşünürler genellikle bu yöntemin bilimsel araştırma bağlamındaki işleyişini şöyle belirtmektedirler:

(1) Dikkatli ve sistematik gözlem (ya da deney) yoluyla olguları toplamak ve kaydetmek;

(2) Toplanan olguları sınıflamak, çözümlemek, bilinen diğer

olgularla karşılaştırmak ve bu işlemlerin ışığında yorumlamak;

(3) Bu şekilde işlenen olgulardan indüksiyon yoluyla genellemelere ulaşmak; en sonunda,

(4) Elde edilen genellemeleri yeni gözlem veya deney sonuçları ile karşılaştırarak doğrulamak; bu sonuçlara uyuyorsa doğru saymak, uymuyorsa yanlış sayarak reddetmek ve yeni genellemelere gitmek.

İlk bakışta akla yakın görünen, üstelik pek çok bilim adamı arasında da yaygın olan bu görüşün yetersizliği, hatta bir bakıma sakatlığı, kolayca belirtilebilir. Biz burada ayrıntılara girmeksizin sadece birkaç önemli noktaya değinmekle yetineceğiz.

Her şeyden önce, bilimsel incelemede hareket noktasının birtakım olguların kataloğunu çıkarmak olmadığını belirtmeliyiz. Araştırmacıyı, gözleyeceği olgulara götüren bir hipotez veya problemi yoksa, gözlemleri dağınık, gelişigüzel ve sonuçta kullanışsız kalmaya mahkûmdur. Kaldı ki, gözlem sınırımız içine giren olgular sayı ve tür olarak o kadar çoktur ki, bir ön-yargıdan yararlanmaksızın, bunlardan hangilerini seçmemiz gerektiğini, hatta nerede başlayıp nerede duracağımızı belirlemeye olanak yoktur.

Öte yandan, daha önce de belirtildiği üzere, bilimde olguları betimleme kadar açıklama da önemli ve gereklidir. İndüksiyon yoluyla ulaşılan genellemelerin, olguları bir çeşit özetleme, sınıflama ve yargılarımızın kapsamını genişletme dışında bir açıklama gücü yoktur. “Demir ısıtıldığında neden genleşir?” sorusuna “Çünkü bütün madenler ısıtıldığında genleşir.” Yanıtı yeterli bir açıklama oluşturmamaktadır.

Son olarak, bilimde gerçekten açıklama gücü taşıyan genellemelerin teorik nitelikte olduğunu, gözlemlere dayalı birer genellemeden ibaret olmadığını belirtmeye ihtiyaç vardır. Örneğin, evrensel çekim gücü, maddenin atomik yapısı, elektromanyetik alan gibi kavramların hiçbiri gözleme dayalı indüksiyonla elde edilmiş değildir. İndüksiyon bu tür gözlem dışı nesne veya ilişkilere ilişkin kavramların bulunmasına elverişli bir düşünme yolu değildir. İndüksiyonun bilimdeki yeri, olguları betimleyici birtakım genellemeler ortaya koymak, böylece teorik nitelikteki açıklamalara bir

çeşit malzeme hazırlamakla sınırlıdır.

Kökü Aristoteles'e uzanan indüksiyonu bilimsel bir yöntem olarak ilk kez Francis Bacon ileri sürmüştür. Bacon'a göre, gerçeğe ulaşmanın iki ve yalnız iki yolu vardır. Bunlardan biri algılarımızı bir yana itip, aradığımız doğruları dedüktif çıkarımla elde edeceğimiz doğruluğu apaçık aksiyomlar bulmaktır. İkincisi, tam tersine, olguların tek tek gözleminden başlayıp genellemelere gitmek, bu genellemelerden daha genel olan aksiyomlara ulaşmaktır. Bacon skolastik düşünmenin bir özelliği saydığı birinci yolu kısır ve yararsız saymakta, biricik doğru ve yararlı saydığı ikinci yolu önermektedir.

Dedüksiyon bilindiği gibi matematik ve mantıkta verilmiş bazı aksiyom veya varsayımlardan teorem çıkarma veya ispat etme yöntemidir. Dedüktif düşünmenin özellikle geometrideki ilk başarılı uygulaması Öklid (Euclid)'den bu yana pek çok bilgin ve düşünürleri diğer alanlarda da uygulama çabasına itmiştir. Özellikle bilgilerimizde kesinlik ve mutlak doğruluk arayan rasyonalist eğilimli bilgin ve düşünürlerin dedüksiyona ve bu arada Öklid'in ortaya koyduğu aksiyomatik örneğe dört elle sarıldıklarını görüyoruz. Eski Yunan düşünürleri arasında modern anlamda belki de en çok bilimsel diye niteleyebileceğimiz Arşimet (Archimedes) bile dedüktif yöntemin sağladığı kesinliğin çekiciliğinden kurtulamamış olmalı ki, “Yüzen Cisimler Üzerine” adlı yapıtında aksiyomatik yöntemi kullanmayı denemiştir. Modern çağlarda da, bilgilerimizde mutlak kesinlik arayan düşünürler, matematiğin ispat yöntemi olan dedüktif çıkarıma bütün bilimler için en sağlam ve tek geçerli bilgi edinme yolu olarak bakmışlardır. Örneğin Dekart (Descartes) metafiziğini, Spinoza ahlak teorisini matematiği model alarak kurmaya çalışmışlardır.

Bu çabaların neden beklenen sonucu vermediğini anlamak için her şeyden önce dedüktif çıkarımın yapısını ve sağladığı kesinliğin niteliğini bilmeye ihtiyaç vardır. Geometride teoremlerin ispatının dedüktif çıkarımla yapıldığını biliyoruz. Ancak burada ispat ne anlama gelmektedir? Çoğu kez sanıldığı gibi teoremin doğruluğunu mu, yoksa teoremin “aksiyom” denen birtakım önermelerden çıkarılabilir olduğunu mu göstermektedir? “İspat” yalnız ikincisini göstermektedir. Böyle olunca, bir teoremin ispat edilmiş olması onun doğruluğunun saptandığı anlamına gelmez. İspat edilmiş bir

teorem yanlış da olabilir. Şu kadar ki, öncül olarak kullanılan önermeler (bunlar aksiyom ve daha önce ispatı yapılmış teoremlerden seçilir) doğru ise bunlardan dedüktif çıkarımla elde edilen teorem yanlış olamaz. Bu demektir ki, ispatı yapılan teoremin doğruluğu, ispata ilişkin aksiyomların doğruluğuna bağlıdır. Oysa "aksiyom" denen şey tanımı gereği ispatı yapılmaksızın doğru kabul edilen önermedir. Böylece aksiyomatik sistemlerde yer alan önermelerin doğruluğu hipotetik olmaktan ileri geçmez. Kısaca demek gerekirse, tüm matematik,

P doğru ise, Q de doğrudur.

biçiminde birtakım önermelerden kurulmuştur[{33}]. Q, P'de örtük olarak var olan şeyi belirtik hale getiren, fakat bize yeni bir şey öğretmeyen bir önermedir. Q'nin kesinliği mutlak değildir; "P doğru ise, Q de doğrudur", biçimindeki çıkarım Q'nın doğruluğunu sadece P'nin doğru olması halinde güvence altına almaktadır. Nitekim Öklid geometrisinde doğru olan bir teorem (örneğin, "bir üçgenin iç açılarının toplamı iki dik açıya eşittir", teoremi) aksiyomları değişik başka geometrilerde yanlış sayılmaktadır.

Görülüyor ki, Q gibi bir önermenin doğruluğunu dedüktif yoldan ispatlamak demek ancak doğruluğu bilinen P gibi bir önerme veya önerme grubundan çıkarılabilir olduğunu göstermek demektir. Fakat P'nin doğruluğunu nasıl sağlayacağız? Gene başka bir çıkarıma başvurarak. Bu, ya sonu gelmez bir ispatlar zincirine, ya da döngül ispatlamaya yol açar ki, her iki halde de bilgi edinme ve gerçeğe ulaşma çabamız hiçbir sonuç vermeden uzayıp gider. Bu tehlikeyi gören rasyonalistler, ispatta öncül olarak kullanılan önermelerin (aksiyom veya postulatların) doğruluğu ispat gerektirmeyecek kadar apaçık olan önerme türünden olduğu üzerinde ısrar etmişlerdir. Örneğin Descartes, bilgilerimizi yeniden kurmak için böyle doğruluğu apaçık olan veya sezgisel olarak bilinen önermeler aramış, ünlü "Düşünüyorum, öyle ise varım" çıkarımını kendisi için açık, seçik ve her türlü kuşkudan uzak saydığı "düşünüyorum" ilkesine dayamıştır.

Descartes gibi düşünürleri dedüksiyonun gücü konusunda yanıltan başlıca iki noktayı şöyle özetleyebiliriz:

> (1) Bir çıkarım ve ispat yolu olan dedüksiyonun bir bilgi üretme yolu olarak görülmesi;

(2) Aksiyom veya postulat denilen ilk önermelerin, doğruluğu apaçık ya da düpedüz yadsınamaz birer mutlak doğru sanılması ve bunlara ulaşmanın tek yolu olarak aklın veya sezginin gösterilmesi.

Birinci noktadaki hata, Francis Bacon'dan bu yana pek çok kimseler tarafından ortaya konmuş; ikinci noktadaki hata geçen yüzyılın ilk yarısında geometri alanında yer alan bazı beklenmedik gelişmeler (Öklidçi olmayan geometrilerin doğuşu) sonunda iyice anlaşılmıştır.

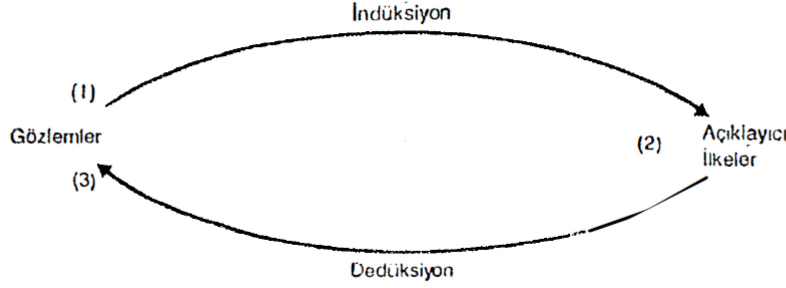
Ne var ki, bu gelişmeler rasyonalistlerin dedüksiyona ilişkin aşırı iddialarının geçersizliğini göstermiş, yoksa bizi dedüktif çıkarımın bilimde giderek daha belirgin hale gelen önemini inkâra götürmemiştir.

(Bkz. Ek: 6 — Doğrulama Mantığı: İndüksiyon, H. Reichenbach.)

Modern Yorum

Gerek indüksiyon, gerek dedüksiyon üzerinde sürdürülen irdelemeler daha çok filozoflardan gelmiş, bilginler iki yöntem bakımından da pragmatik bir tutum içinde kalmışlardır. Bununla birlikte, 17'nci yüzyılda fizik ve astronomideki büyük gelişmelere koşut olarak üçüncü bir yöntem anlayışının ortaya çıktığını görüyoruz. İlk örneklerini Galileo ve Newton gibi ünlü bilim adamlarının çalışmalarında bulduğumuz, modern bilim mantıkçılarının "Hipotetik -dedüktif" adı altında dile getirdikleri bu görüş bir bakıma iki görüşün bir uzlaşımı, bir bakıma da klasik dedüksiyon tezinin empirik bilimler çerçevesinde yer alan bir gelişimi sayılabilir.

Aslında indüksiyon ve dedüksiyon düşünme biçimlerinin bilimsel bağlamda ilk uzlaşımına Aristoteles'te rastlamaktayız. Aristoteles bilimsel yöntemi olguların gözleminden genel ilkelere giden, bunlardan yeniden olgulara dönen bir süreç olarak düşünmüş; ilkelere ulaşmada indüktif, ilkelerden olgulara dönmede dedüktif çıkarıma başvurduğumuzu ileri sürmüştür. Aşağıdaki şema Aristoteles'de bilimsel metot anlayışını canlandırmaktadır[34]:



Şemadan da anlaşılacağı üzere, Aristoteles'e göre “bilim” dediğimiz şey gözlemlerimizden (1) başlayarak indüksiyon yoluyla gözlenen olguları açıklayıcı birtakım genel ilkelere ulaşma (2), sonra bu ilkelerden açıklama konusu olguları (3) dedüktif çıkarımla elde etme süreçlerini içermektedir.

Bu görüşün izleri bugün bile kaybolmuş değildir. Birçok düşünür ve bilim adamı için “bilimsel yöntem” deyince yukarda şemasını verdiğimiz modelden başka bir şey akla gelmez. Ne var ki, Aristoteles’in açıklayıcı ilkelere ulaşmada indüksiyona verdiği yer, öteden beri bilim mantıkçıları arasında ya tartışma konusudur; ya da, özellikle günümüzde olduğu gibi yanlış bir anlayışın sonucu sayılarak tümüyle yadsınmaktadır{35}. Nitekim, hipotetik-dedüktif yöntem üzerindeki çağdaş incelemelerde indüksiyona ya hiç yer verilmediğini, ya da gözlem sonuçlarını toplamak, sınıflama ve bir ölçüde genelleme yolu olarak bakıldığını görmekteyiz.

Hipotetik-dedüktif yöntemin ayırıcı özelliğini, modern bilim mantıkçılarının çoğunlukla benimsedikleri bir ayrımda buluyoruz. Hans Reichenbach'ın “bulma bağlamı” ve “doğrulama bağlamı” diye belirttiği bu ayrıma göre, bilim mantığının konusu yalnız doğrulama işlemlerini kapsar: bulma süreci ise mantığın değil, ancak psikolojinin konusu olabilir. Bulmanın indüktif ya da başka tür bir mantığı yoktur; bir teori veya hipoteze ulaşma, yaratıcı hayal gücüne, sezgi veya deneyime dayanabileceği gibi, rastlantı veya şansa da bağlı olabilir. Bulmada rol oynayan çeşitli öznel (sübjektifi etkenleri mantık kurallarına indirgemek şöyle dursun, mantık terimleriyle dile getirmek bile olanaksızdır. Bilimsel araştırma sürecinde mantıksal çözümleme ancak şu ya da bu şekilde bulunmuş bir hipotez veya teoriyi doğrulama aşamasında başlar. Bu da teori ile teorinin açıkladığı, ya da açıklama iddiasında olduğu olgular arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma işleminden başka bir şey değildir. Kısaca demek

gerekirse, hipotetik-dedüktif model şu iki noktaya dayanmaktadır:

(1) Açıklama vaat eden bir hipotez veya teoriden test edilebilir sonuçlar çıkarmak:

(2) Çıkarılan sonuçları (bunlara "öndeyi" de denebilir) ilişkin oldukları gözlem veya deney verileri ile karşılaştırmak.

Hipotez veya teoriden test edilebilir sonuç çıkarma dedüktif mantığı gerektiren bir işlemdir. Çıkarılan sonuçları gözlem verileriyle karşılaştırma ise indüktif mantığın işi sayılabilir. Şu kadar ki, bu sonuncu nokta üzerinde tartışma henüz bitmiş değildir. Başka bir deyişle, buluş bağlamında olduğu gibi doğrulama bağlamında da indüksiyona yer olup olmadığı kesinlikle çözümlenmiş bir sorun değildir. Örneğin, J. S. Mill doğrulamanın düpedüz indüktif olduğunu ileri sürerken, K. R. Popper indüksiyona bilimsel düşünmenin hiçbir aşamasında yer tanımamaktadır.

(Bkz. EK: 7 — Bilimsel Yöntemin Kaynağı, J. Bronowski.)

Hipotetik-dedüktif model mantıkçıların çoğu için bilimsel yöntemin tümünü, bazı mantıkçılar için ise ancak bir parçasını oluşturmaktadır. İkinci görüşü savunanlar, *doğrulama* gibi *bulma*nın da bir mantığı, hiç değilse, mantık terimleri ile ifadesi mümkün bir çıkarım biçimi olabileceği olasılığı üzerinde durmaktadırlar. Bunlardan bazıları için bu mantık ancak indüksiyon, ya da indüksiyon türünden bir çıkarım olabilir[36]. Ne var ki, indüksiyonu teori bulma yöntemi olarak ileri sürenler görüşlerini ne mantıksal çözümleme yoluyla, ne de bilim tarihinden örnekler vererek temellendirme yoluna gitmemişlerdir.

Bulma sürecinin, indüksiyon dışında, başka bir çıkarım biçimine dayalı olabileceğinden söz edenlerin başında pragmatist mantıkçıları görüyoruz. Örneğin Peirce, dedüksiyon ve indüksiyon dışında üçüncü bir düşünme ya da çıkarım tipinden söz etmiş, "retrodüksiyon" dediği bu yöntemi bilimsel buluşa özgü mantık olarak nitelemiştir.

Peirce'e göre, dedüksiyon bize yeni bir şey öğretmez, çünkü bu çıkarımda elde ettiğimiz sonuç bağlı olduğu öncülde zaten belirtik ya da örtük olarak vardır. İndüksiyona gelince, burada da sonuç yeni bir kavram getirmemekte, sadece sınırlı olan gözlemlerimiz üzerindeki yargımızı, gözlemlerimizin bir

parçası olduğu evrenin tümünü kapsayacak biçimde genellemektedir. Bu nedenle, indüksiyon tıpkı dedüksiyon gibi, bulunmuş bir teoriyi test etmeye yarar, fakat bizi yeni bir teoriye götürmez. Oysa bilimde gözlem konusu olguları açıklamak, betimlemek kadar önemlidir; bir olgunun açıklanması ise betimlenmesinde geçmeyen yeni ve çoğu kez teorik nitelikte bir kavrama gitmekle olanak kazanır. Peirce bunu şöyle bir örnekle açıklıyor:

> *Sayısız belge ve anıtların Napolyon Banapart adlı bir büyük komutana ilişkin olduğunu görüyoruz. Kendisini görmüş değiliz, ama adamın gerçekten bir zamanlar var olduğunu tasavvur etmeksizin gözlediklerimizi, yani bütün bu belge ve anıtları açıklayamayız*[37].

Demek oluyor ki. retrodüksiyon gözlemlerimizi, gözlem dışı kalan nesne veya süreçler tasavvur ederek açıklamayı sağlayan bir çıkarım biçimidir. Örneğin, Toriçelli öğretmeni Galileo'yu da şaşırtan bir olguyu, bir emme tulumbanın suyu ancak 10 m. kadar çekebildiği gözlemini, gözlemine konu olmayan “hava basıncı” diye bir şeyi tasavvur ederek açıklamıştır. Retrodüktif çıkarımda beklenmeyen bir olgunun gözlemi hareket noktasını verir bize; beklenmeyenin beklenir hale gelmesi gözlem verisi olmayan yeni bir kavram veya hipoteze gitmekle olanak kazanır.

Retrodüktif çıkarımın mantıksal yapısı henüz kesinlikle belirlenmemiş olmakla birlikte, şu iki çıkarım kalıbının karşılaştırılmasıyla bir fikir edinebiliriz:

I II

P doğru ise, Q doğrudur P doğru ise, Q doğrudur
Q doğru değildir Q doğrudur
——————————————— ———————————————

O halde, P doğru değildir . O halde, P doğrudur.

I. kalıp geçerli dedüktif bir çıkarımı temsil etmektedir. Buna “demonstratif” çıkarım da denir. II. kalıp ne geçerli, ne de dedüktif niteliktedir. Buna indüktif demek de doğru olmaz. Bu kalıpta, I. kalıptakinin tersine, öncülleri doğru kabul edersek sonucu da doğru kabul etmek zorunluluğu yoktur. Öncüllerin doğruluğu sadece sonucun doğru olma olasılığını artırmakla kalmaktadır. Ne dedüktif ne de indüktif olan bu nedenle “retrodüktif”

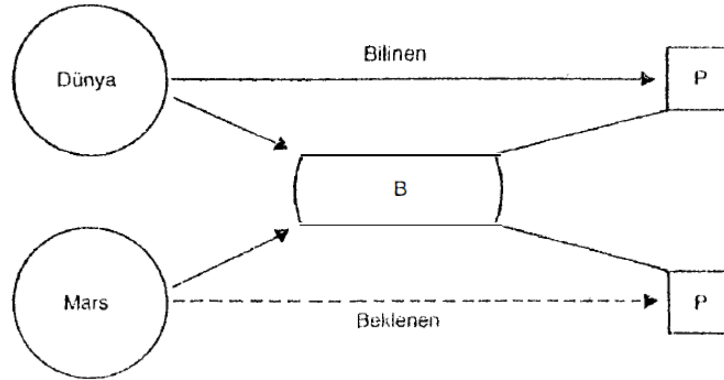
diyebileceğimiz bu çıkarım kalıbı, bilimsel buluşu şematik olarak ifadeye elverişli görünmektedir. Aşağıdaki uygulama bunu göstermektedir;

Q (Beklenmeyen, ya da “anomali” oluşturan bir gözlem)
P⟶Q (P’yi doğru kabul edersek, Q açıklanmış olacak, ya da, beklenen bir gözlem niteliği kazanacak.)

∴ P (O halde, P'yi doğru sayabiliriz.)

Burada P'ye ulaşmada nasıl bir yol veya düşünsel işlem izlendiği henüz çözümlenmiş bir sorun değildir. Şu kadar ki, hiç değilse bazı hallerde analojinin rolü inkâr edilemeyecek kadar açıktır. Tanınmış mantıkçılar arasında da analojiye dayanan düşünmenin hipotez kaynağı olarak önemini belirtenler az değildir. Bu nedenle analojik düşünme biçimini kısaca açıklamada yarar vardır.

Analoji ortak bir nitelikten dolayı iki şey arasındaki benzerliktir. İki şeyin bazı yönlerden bilinen benzerliğine bakarak aralarında başka yönlerden de benzerlik olabileceği sonucunu çıkarmak analojiye dayanan bir çıkarımdır. Başka bir deyişle, a ve b gibi iki nesnenin, p, q, r... gibi birtakım ortak özellikleri vardır. Ayrıca a'nın x gibi başka bir özelliği daha saptanmıştır. Bundan b'nin de aynı özelliğe sahip olduğu söylenebilir. Örnek: Mars da dünyamız gibi güneş sisteminde bir gezegendir. İkisi de hem güneş hem de kendi eksenleri çevresinde dönmektedir. İkisinde de su vardır. Dünyada ayrıca canlıların olduğunu biliyoruz. O halde, Mars'ta da canlıların olduğu beklenir. Bu çıkarımı diyagramla şöyle gösterebiliriz:



(Diyagramda, B iki gezegen arasındaki bilinen benzerlikleri, P dünyada olduğu bilinen ama Mars'ta olduğu beklenen bir özelliği; yani canlıların

varlığını göstermektedir.)

Analojiye dayanan çıkarımın gücü, hiç şüphesiz B ile P'nin (yani iki şey arasındaki benzerlik veya ortak özelliklerle sadece birisinde gözlenmiş olan özellik) arasındaki ilişkinin niteliğine bağlıdır. Bu ilişki değişmez veya değişmeze yakın bir nitelikte ise, çıkarılan sonuç da kesin veya kesinliğe yakın bir güç kazanır. İlişki zayıfsa veya sadece bazı hallerde var, diğer hallerde yoksa, o zaman çıkarılan sonuç da zayıf demektir.

Bilim tarihinde analojiye dayanan birçok buluşlar sayılabilir. Bunlardan çok iyi bilinen bir tanesi, Toriçelli'nin barometre buluşuna yol açan “hava denizi” hipotezidir.

İndüksiyon sadece yargımızın kapsamını genişletmeye, dedüksiyon hazır bir teori veya hipotezden gözlenebilir sonuçlar çıkarmaya yarar. Ne biri, ne de diğeri bizi yeni kavramlara götürmez. Peirce ve onu izleyen mantıkçılara göre açıklayıcı kavran veya hipotez oluşturma retrodüksiyona özgü bir işlevdir ve retrodüksiyon bu özelliği ile bilimde gerçek ilerlemenin kaynağıdır. (Bkz. EK: 8 — Buluş Mantığı, N. R. Hanson.)

Retrodüksiyonu “problem çözme” olarak yorumlayan Dewey bu düşünme biçimini günlük ve pratik problemleri de kapsamına alacak şekilde genişletmiş ve daha sistematik işlemiştir[38]. Dewey ayrıca yöntem sorununun, özellikle eğitim teori ve uygulamalarının bilimsel nitelik kazanması bakımından, problem çözme anlayışı içinde ele alınması gereği üzerinde ısrarla durmuştur.

Dewey “problem çözme” de şu altı adımı ayırt etmektedir:

(1) Bir müşkül veya zorlukla karşılaşma,
(2) Müşkülü problemleştirme,
(3) Probleme çözüm vaat eden bir hipotez kurma,
(4) Hipotezden gözlenebilir mantıksal sonuçlar çıkarma,
(5) Sonuçları yeni gözlem veya deney verileri ile karşılaştırarak hipotezi test etme,
(6) Test sonucuna göre hipotezi kabul veya reddetme.

Görüldüğü gibi problem çözmenin yapısında da “bulma” ve “doğrulama” olmak üzere iki temel süreç ayırt edilebilir. İlk üç adım “bulma” bağlamına,

son üç adım da “doğrulama” bağlamına girmektedir. Doğrulama sürecini çözümleme yönünden Dewey'nin görüşünde yeni bir nokta yoktur; hipotetik-dedüktif görüşü aynen izlemektedir. Dewey'nin görüşünde yeni sayılabilecek nokta, bulma süreci üzerindeki düşünceleridir. Bu nedenle burada ilk üç adım üzerinde açıklamaya ihtiyaç görmekteyiz.

(1) “Problem Çözme” sürecinde başlangıç noktasını oluşturan sorun, beklenmedik veya açıklanması hemen yapılamayan bir ya da birkaç olayın göze çarpması ile ortaya çıkar. Biz genellikle olup bitenleri beli bir bekleyiş (buna varsayım, ya da teori de diyebiliriz) çerçevesi içinde algılarız. Olgular beklentiye uygun belirdiği sürece ortada bir zorluk veya problem yoktur. Zorluk herhangi bir gözlemimizin bekleyişimize uymaması ile başlar. Kuşkusuz gözlemimiz eksik veya hatalı olabilir. Şayet gözlemimizde bir hata veya eksiklik yoksa, o zaman bekleyişimizin yetersizliği söz konusu edilebilir. Her iki bakımdan da bizi düşünme ve araştırma etkinliğine iteleyen bir durumla, bir zorlukla karşı karşıyayız demektir.

(2) Bir zorluğu fark etmemiz ve bu zorluğu giderici yönde düşünme ve araştırma etkinliğine girişmemiz bilimsel araştırmanın ilk adımını oluşturur. İkinci adımda, sorunu problemleştirme ve mümkünse bizi cevap bulmaya zorlayan bir soru halinde ifade etme çabası gelir. Sorun çoğu kez başlangıçta açık ve belirli değildir. Durumu aydınlığa çıkarmak, zorluğun bağlı olduğu koşulları saptamak için gerekli bazı ilk gözlem ve incelemeler yapılır. Problemin tanınması ve iyi ifade edilmesi bilimsel düşünme sürecinde belki de en önemli aşamayı oluşturur. Çünkü, Dewey'nin de belirttiği gibi iyi dile getirilmiş bir problem yarı yarıya çözülmüş demektir.

(3) Bulma aşamasında son adım, probleme çözüm vaat eden bir veya birkaç hipotez kurmaktır. Bu noktada Dewey de dahil hemen bütün mantıkçıların insan psikolojisinin mantık kurallarına indirgenemeyen niteliklerine başvurduğunu görüyoruz. Kimine göre sezgi, kimine göre yaratıcı muhayyile, kimine göre bilinçaltı, kimine göre “içe-doğma”, kimine göre de şans veya rastlantı başlıca rolü oynayan etkendir.

Bulma aşamasında son adımı oluşturan hipotez kurmada çeşitli faktörlerin rol oynayabileceği kolayca inkâr edilemez. Ne var ki, sorunu irrasyonel bir veya birkaç faktöre bağlamak da tam bir açıklık sağlamaktan uzaktır. Hipotezin her şeyden önce problemin yapı ve niteliğine uygun olması, akla

yakın görünmesi, doğrulanmış bilgi ve ilkelere aykırı düşmemesi gerekir. Bu ise araştırıcının yaratıcı zekâsı ile olduğu kadar, hatta belki daha fazla, problemi iyi çözümlemiş olması, gerekli gözlem verilerini toplamış olması, konuya ilişkin bilgi ve deneyiminin genişliği ve derinliği ile de ilgilidir. Pasteur'ün dediği gibi şans veya rastlantı, kafası bundan faydalanmaya hazırlıklı kimse için ancak önemli olabilir.

Görülüyor ki, bilimsel yöntemin, gözlem ve deney işlemleri, problem tanımlama, hipotez kurma, mantıksal yargılama, ön deyiler çıkarma ve bunları test etme, sonuçları değerlendirme gibi çeşitli düşünme ve eylem işlevlerini gerektiren son derece karmaşık bir yapısı vardır. Yukarıdaki açıklamamız doyurucu olmaktan uzaktır, kuşkusuz; biz sadece birkaç alternatif yaklaşıma yer vererek önemli gördüğümüz bazı noktaları belirtmekle yetindik.

(Bkz. EK: 9 — Bilimsel Düşünmede İlk Adım, F. S. C. Northrop.)

VII. BÖLÜM

OLGUYA GİTME YOLLARI: GÖZLEM ve DENEY

Olgu Kavramı

Bilimin ayırıcı özelliklerinden birinin olgusal olduğunu daha önce belirtmiştik. Gözlem, deney ve ölçme gibi işlemler olgu toplamada kullanılan başlıca yollardır. Bilimsel yöntemin önemli bir yanını oluşturan bu işlemleri ele almadan önce olgu kavramını aydınlatmaya ihtiyaç vardır.

“Olgu” terimi çok yaygın kullanılmakla birlikte kesin ve belirgin bir anlam dile getirmemektedir. Bazen evrende olup biten her şeyi kapsayacak kadar geniş, bazen yalnız algılarımızı veya doğrudan gözleme konu olabilecek yaşantılarımızı içine alacak kadar dar anlamlarda kullanılmaktadır. Geniş anlamda, güneşin parlaklığı, çayırın yeşilliği, kuşun uçuşu gibi, uzak bir yıldızda yer alan bir patlama, elektronların büyük hızla çekirdek çevresinde dönmesi, şu anda sıkıntısını çektiğim baş ağrısı veya okul günlerini hatırlamam da birer olgudur. Terimin bu kullanımı belki de bilimin aradığı kesinliği sağlayamayacak kadar çok geniştir. Öte yandan “olgu” deyince yalnız doğrudan gözlenebilir birtakım nesnel şeyleri anlamak da terimin kapsamını gereğinden fazla dar tutmak olur. O halde ikisi arası bir anlamın sınırını nasıl çizeceğiz? Bu sorunun yanıtını verirken şu noktaların göz önünde tutulması yararlı olur:

(1) Evrende olup-biten her şey doğrudan gözlenebilir olmadığı gibi, bazı olup-bitenleri gözlemek ilkece olanaksız olabilir. Gözlem olanaklarımız dışında kalan olup-bitenler varsa, bunları gözlemleyinceye kadar olgu saymayacak mıyız? Başka bir deyişle, bir şeyin olgu sayılması için gözlemlenmiş olması mı gerekir?

(2) ”Olgu” dediğimiz bazı şeyleri, doğrudan gözlem yoluyla değil bir çeşit çıkarımla saptıyoruz. Örneğin dünyanın yuvarlaklığı, gezegen yörüngelerinin elips biçiminde olduğu gibi çıkarıma dayanan bu tür şeylere “olgu” mu, yoksa “hipotez” mi demek daha doğru olur?

(3) Olup-biten şeylerin hepsi aynı düzeyde değildir: Bir bölümü basit, bir bölümü karmaşık görünmekte; bir bölümü düzensiz, gelişigüzel, bir bölümü düzenli ve belli ilişkiler içinde ortaya çıkmaktadır. Şu anda bir pencere camının kırılması, bir çocuğun yere düşmesi, bir köpeğin havlaması birinci türden; güz gelince yaprakların sararıp dökülmesi, kışın kar yağması, yağmurun ıslatması ikinci türden olgulardır. Birbirinden bu kadar farklı şeylerin ikisine de "olgu" demek yerinde midir?

(4) Olup-bitenlerin hepsi nesnel nitelikte değildir. Örneğin, zihnimizde yer alan şeylerin pek çoğunu ancak kendimiz bilmekteyiz. Kamu denetimine veya gözlemine açık olmayan, öznel nitelikteki olup-bitenleri olgu saymayacak mıyız?

Aşağıdaki tablo bu ayrımları toplu halde göstermektedir:

		Algısal	Çıkarımsal
Nesnel	Tek veya dağınık	Şimdi önümde bir kitabın olması	Dünyanın yuvarlak oluşu
	Genel veya düzenli	Metallerin ısıtıldığında genleşmesi	Gezegenlerin güneş çevresinde elips yörüngeler çizmesi
Öznel	Tek veya dağınık	Şu anda duyduğum baş ağrısı	Ahmet'in işini kaybetme endişesi
	Genel veya düzenli	Çiçekleri güzel bulmam	Annelerin çocuklarını sevmesi

Tablonun incelenmesinden de görüleceği gibi, çeşitli olgu kategorileri arasında gözlemi ilkece olanaksız olupbittilere yer verilmemiştir. Kaldı ki, tabloda yer alan şeylerin tümünü olgu saysak bile bunlardan bir kısmının, örneğin öznel nitelikte olanların, bilimsel gözleme konu oluşturabileceğini söylemek güçtür. Bugünkü aşamasında bilim ancak nesnel nitelikte olguları veri alabilmektedir. Psikolojinin bile öznel süreçleri değil, ortak gözleme açık nesnel davranışlarımızı konu kabul ettiğini görüyoruz.

Gözlem

Gözlem genellikle bir olgu toplama işlemi olarak betimlenir. Bu pek

yerinde bir niteleme değildir. Bir kez olgular, elma, armut, çakıl taşı gibi toplanmaya hazır şeylere benzemez. Öte yandan toplanmaya hazır olsalar bile gözlem gelişigüzel bir toplama işlemi değildir. Sayısı ve çeşidi sınırsız olan olgular arasından bir seçme yapmak, yalnız inceleme sorununa ilişkin olanları ayırt etmek gereği vardır. İnceleyiciyi tüm olgular değil yalnız probleminin çözümüne yarayan olgular ilgilendirir. Bu nedenle gözleme "olgu toplama işlemi" değil. "olgu bulma işlemi" demek daha yerinde olur. "Bulma" kavramında "toplama" kavramı yanında "arama", "ayırt etme", "seçme" kavramları da gizlidir.

Demek oluyor ki, "gözlem dediğimiz süreç önüne gelen olguyu toplama işlemi değildir. Gözlemlenmiş bir olgu, ne denli basit olursa olsun, aslında yorumlanmış bir algı kümesidir. Gece karanlığında göğe bakıyoruz; titrek, mavimsi parıldayan bir nokta görüyoruz ve hemen "bu bir yıldızdır" diyoruz. Bu yargı, bazı algı verileri(titrek, mavimsi parıldayan bir nokta)'nin belli bir nesne (yıldız) olarak yorumunu dile getirmektedir. O halde her gözlemde algı verileri ve yorumlama olmak üzere iki öğeyi ayırt etmek mümkündür. Bir nesneye baktığımızda gözümüze çarpanla gördüğümüz şeyler aynı değildir. Önce gördüğümüz şeyler göze çarpanların sadece o sıradaki ilgimize ilişkin olan bölümüdür. Sonra, bu bölümdeki veriler de olduğu gibi değil yorumlanarak alınır. Başka bir deyişle gördüğümüz şey bazı algıların hem bir seçme, hem de bir yorumlama işlemine uğramasından sonra ortaya çıkan şeydir.


Şekil: 1


Şekil: 2


Şekil: 3

Bilimsel gözlemde önemli olan, gözlemcinin bilerek veya bilmeyerek olguları kişisel eğilimlerine göre yorumlamaktan kaçınmasıdır. Yoksa her gözlem ister istemez gözlemcinin ilgi, yaşantı ve dayandığı varsayıma göre anlam kazanır. Güneşin doğuşu bir algı verisi olarak Kopernik

(Copernicus)'ten önce ne idiyse bugün de odur. Oysa aynı algı Batlamyus için güneşin “doğu” dediğimiz yönden yükselmesi, Kopernik için ise dünyanın kendi ekseni çevresinde batıdan doğuya doğru dönmesi demektir. Aynı şeye bakan iki kişinin çoğu kez değişik şeyler görmesi, farklı görüş veya yaklaşım açısından ileri gelmektedir. Birden fazla yoruma elverişli yukardaki şekiller bu noktayı aydınlatması bakımından incelemeye değer[39]:

Şekil 1 'de yaşantısı daha çok kuşlarla olan bir kimsenin leylek türünden bir kuş; yaşantısı daha çok geyik türünden hayvanlarla olan bir kimsenin ise bir geyik ya da ceylan görmesi daha güçlü bir olasılıktır. Diğer iki şekil için de aynı şeyi söyleyebiliriz. Şekil 2'de, ilk bakışta bir ağaç gövdesinin arkasında tırmanan bir ayı görebilmek için belki de avcı olmak ya da ayı masallarını çok dinlemiş olmak gerekecektir. Şekil 3'te hem genç bir kadını hem de yaşlı bir kadını görmek mümkündür. Bazı kimseler birini, bazı kimseler de ötekisini görüyorsa, bu fark ilgi ve yaşantılarındaki fark dışında ne ile açıklanabilir?

Her gözlemin birtakım algı veya duyu verilerinin seçimi ve yorumlanması olduğunu kabul ettiğimizde, bu seçim ve yorumların neye dayandığı sorusu karşımıza çıkmaktadır. Bu soruya verilecek genel yanıt “geçmiş yaşantımız” olacaktır. Geçmiş yaşantımızı oluşturan kavramlar, bakış açıları, inançlar, bilgi ve varsayımlar gözlemde yer alan seçme ve yorumlamanın temel koşullarıdır. Bu yalnız günlük yaşantımızda değil, bilimde de böyledir. Şu kadar ki, bilimde bu koşullar arasında araştırma konusu üzerindeki bilgimiz eldeki problemin niteliği ve özellikle incelemeye yön çizen teori veya hipotezler önemli yer tutar. Bu nedenle teoriden ya da kavramsal düşünceden tam arınmış, sadece duyu verilerini kapsayan yalın bir gözlemden söz etmek olanaksız olmasa bile son derece güçtür.

Bir gözlemin bilimsel değeri şu iki temel koşulu yerine getirme gücüne bağlıdır: Güvenirlik ve geçerlik.

Güvenilir gözlem, her şeyden önce, nesnel nitelikte olan gözlemdir. Ancak yüzde yüz nesnellikten söz edilemez. Yukarda da belirtildiği üzere her gözlem, gözlemcinin amaç, ilgi ve yaşantısına sıkı sıkıya bağlıdır. Önemli olan gözlemcinin olgulara yaklaşımında birtakım kişisel saplantı, gizli veya

üstü örtük, önyargı veya inançların etkisinde kalmaması, bilerek veya bilmeyerek olguları olduğundan başka türlü göstermemesidir.

Güvenilirliğin bir başka ölçüsü de gözlemin tekrar edilebilirliği ve her tekrarında tutarlı kalmasıdır. Başka bir deyişle, bir gözlem aynı derecede yetkili kimseler arasında farklı ya da birbirini tutmaz biçimlerde ortaya çıkmaz, aşağı yukarı aynı koşullar altında daima aynı sonuçları verirse güvenilir demektir.

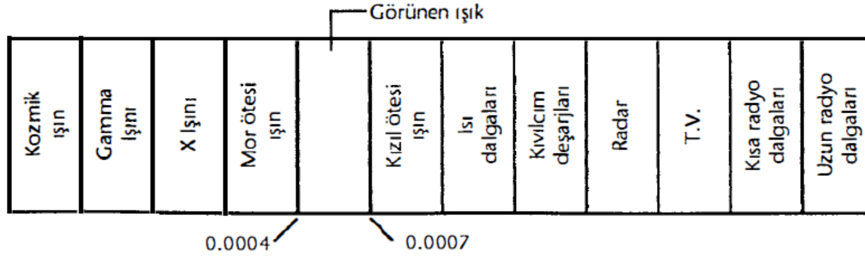
Bir gözlemin güvenilirliğini belirleyen başka bir etken de içerdiği hata payıdır. Hatasız gözlem olmadığına göre, güvenilir bir gözlem için en az hatalı olan gözlemdir, diyebiliriz. Ne var ki, gözlemlerimizde bizi hataya sürükleyen etkenleri tanırsak, hata payını azaltmak, dolayısıyla gözlem sonuçlarını daha güvenilir kılmak mümkün olur.

Gözlem hatasının başlıca iki kaynağı olarak duyu organlarımızın yetersizliği ve gözlem konusu olgu veya sürecin karmaşıklığı veya değişkenliği gösterilebilir. Gözlemde bazı araçlardan yararlanıldığı hallerde, aracın yapı ve kullanışına bağlı eksikliklerden doğan hatayı da gözden kaçırmamak gerekir.

Duyu organlarımızın yetersizliği çeşitli organ bozukluklarından ileri gelebileceği gibi illüzyon ve halüsinasyon hallerinden de doğabilir. Örneğin, çölde serap görmemiz bir halüsinasyon olayıdır; öte yandan yarısı suya batırılmış bir değneğin kırık görünmesi tipik bir illüzyon örneğidir.

Kaldı ki, duyu organlarımız duyarlık yönünden de sınırlıdır. Bunu, radyasyon spektrumuna baktığımızda çok açık bir biçimde görüyoruz. Bir güneş ışınına cam bir prizma tuttuğumuzda görünen ışığın tüm renkleri ortaya çıkmaktadır. Ne var ki, gözün duyarlı olduğu ışık tüm radyasyon dağılımı içinde oldukça ince bir şerit oluşturmaktadır. Bu şeridin iki yanında yer alan diğer ışınlar normal gözün duyarlık sınırı dışında kaldığı için görünmezler.

Burada akla gelen soru şudur: Gözümüz tüm radyasyon spektrumuna duyarlı olsaydı acaba dünya ve içinde olup-bitenler bize nasıl görünecekti? Nasıl görüneceğini tahminlere bırakarak, sadece bugünkünden çok farklı görüneceğini rahatlıkla söyleyebiliriz.



Gözlemin geçerliğine gelince, bu kısaca şu demektir: Geçerli bir gözlem belli bir amaca yönelik, bir sorunun yanıtlanmasına, bir problemin çözümüne veya bir hipotezin test edilmesine yarayan bir gözlemdir. Bu demektir ki, herhangi bir gözlem kendiliğinden ne geçerli, ne geçersizdir. Geçerlik bağıl bir niteliktir; bir gözlem yöneldiği amaca hizmet ettiği ölçüde geçerli, aksi halde geçersiz sayılır. Gelişigüzel yapılan, sonucu belli bir amaca yönelik olmayan gözlemler güvenilir olsa bile geçerli değildir. Unutmamak gerekir ki, bir gözlemin güvenirliği geçerliği sağlandıktan sonra ancak önem taşır.

Deney

Deney bir gözlem biçimidir. Olgu bulma işlemi olarak deney kuşkusuz sıradan bir gözleme göre daha kesin, daha düzenli, amaç ve sınırları daha belirgin bir işlemdir. Ne var ki koşulları iyi hazırlanmış bir gözlemi de, deney gibi, daha kesin, daha düzenli, amaç ve sınırları daha belirgin hale getirmek olanaksız değildir. O halde, iki işlemi ayıran farklar nelerdir? Temel sayabileceğimiz farklardan biri olgulara yaklaşımda kendini göstermektedir. Gözlemde doğanın akışına müdahale olmadığı halde, deney böyle bir müdahaleyi içermektedir. Gözlemci olup-bitenleri izler, aradığı olguların ortaya çıkmasını bekler; deneyci ise olguların kendi akışları içinde ortaya çıkmalarını beklemeksizin, belli koşullar altında yapay olarak onları üretme yoluna gider. Bu farkı bir örnekle gösterelim.

Diyelim ki, cisimlerin serbest düşmesinde ağırlıkları ile düşme hızları arasında bir ilişkinin olup olmadığını öğrenmek istiyoruz. Gözlemci, aynı yükseklikten farklı ağırlıktaki cisimlerin düşmesi gibi bir olgunun ortaya çıkmasını bekleyecek; deneyci ise böyle bir olguyu bir yüksekliğe çıkıp daha önce sağladığı farklı ağırlıktaki cisimleri aynı anda düşürerek kendisi

yaratacaktır[40].

Bu basit örnek deney ile gözlemin farkını gösterdikten başka, birincinin ikinciye olan üstünlüğünü de ortaya koymaktadır. Bir kez gözlemcinin tersine, deneyci olgunun kendiliğinden yer almasını beklemez. Deneyci olguyu üretmekle hem zaman kaybını önler, hem de gözlemini kendisine en uygun gelen yer ve zamanda yapar. Aynı zamanda gözlemini istediği kadar tekrarlamak, böylece elde ettiği sonuçları güvenirlik yolundan denetlemek olanağını elinde tutar.

Deneyin başlıca özelliğini oluşturan olguların doğal akışına müdahalenin anlamını şimdi daha iyi anlayacak durumdayız. Bir deneysel durumda olguların doğal akışına müdahale iki yoldan yapılır: (1) koşulları hazırlanmış yapma bir durum ortaya koymak, (2) gözlem konusu olguya ilişkin başlangıç koşullarında sistematik bir değişim yapmak.

“Yapma bir durum ortaya koymak” gözleme konu olgunun ortaya çıkmasına yol açması gereken koşulları düzenlemek anlamına gelir. Cisimlerin düşmesi ile ilgili örneğimizde Galileo'nun gözlemek istediği sonucu sağlayıcı koşulları düzenlemesi (örneğin ne gibi ağırlıktaki cisimleri, nasıl bir yükseklikten, nerede ve ne zaman düşüreceği) yaptığı deney için yapma durumu ortaya koymuştur. Galileo bu koşulların kendiliğinden oluşmasını bekleseydi bir deneyci değil bir gözlemci olarak kalırdı.

“Başlangıç koşullarında sistematik değişim” gereğine gelince, bundan şunu anlıyoruz: Deneysel durumu başlangıç koşullarında değişiklik yaparak tekrarlamak. Genellikle bir deneysel durumu oluşturan koşulları ya da etkenleri iki grupta toplayabiliriz: (1) Başlangıç koşullarının etkisine bağlı olarak ortaya çıkan veya çıkması beklenen sonuç; (2) gözleme konu sonucun ortaya çıkmasında etkisi aranan başlangıç koşulları. Deney dilinde sonucu belirleyen etkenlere “bağımsız değişken”, sonuca ise, “bağımlı değişken” denir.

Deneycinin gözlemek istediği, bağımlı değişkendir. Bunu yaparken, hangi etkenlerin bağımsız değişken olduğunu ve bunlardan her birinin ne ölçüde etkili olduğunu saptamaya çalışır. Bağımsız değişkenlerde sistematik değişim, işte bunun için gereklidir. Cisimlerin düşmesi ile ilgili

örneğimizde, düşürülmek üzere seçilen cisimlerin ağırlıkları ve düşürülecekleri yükseklik bağımsız değişkenleri, düşme hızı (daha doğrusu düşmede geçen zaman) ise bağımlı değişkeni oluşturuyordu. Galileo, bağımsız değişkenlerde sistematik değişimi, farklı ağırlıklarda birkaç cisim seçmek ve diğer etkenleri (örneğin cisimlerin nitelik, biçim ve maddelerini, düşme mesafesini, düşürme anını, vb.) sabit tutmak yolundan sağlamıştır. Bağımsız değişkenlerdeki değişime sistematik özellik veren şey, sırasıyla bu değişkenlerden her birini serbest, diğerlerini sabit tutma işlemidir. Denebilir ki, bilim dallarının özelliklerine göre geliştirilen çok çeşitteki deneysel desenlerin kökeninde hep bu “sistematik değişim” ana kavramı yatmaktadır.

VIII. BÖLÜM

ÖLÇMENİN MANTIKSAL YAPISI

Ölçme: Önemi ve Anlamı

Ölçme genellikle gözlem veya deney yoluyla sağlanan verilerin kantitatif olarak ifadesi için başvurulan bir işlemdir. Gözlem verilerinin kantitatif ifadesine neden gerek duyulur? Bu soruya yanıt vermeden önce ölçmenin bilimdeki yeri ve önemi ile ilgili bir iki noktaya değinmekte yarar vardır.

Ölçmeye başvurmaksızın herhangi bir bilim kolunda fazla bir ilerlemenin sağlanabileceğini söylemek şöyle dursun, bir çeşit ölçmesiz bilim olabileceği bile güç savunulur bir iddiadır. Geçen yüzyılın tanınmış bilim adamlarından Lord Kelvin ölçmesiz bilim olamayacağı görüşünü şu sözcüklerle belirtmiştir:

> *Üzerinde konuştuğumuz şeyi ölçebilir ve sayısal olarak ifade edebilirseniz, o şey hakkında bir şey biliyorsunuz demektir; ama bunu yapmıyorsanız bilginiz hem yetersiz hem de istenilen nitelikte değildir; bildiğinizi belki bilgi başlangıcı sayabiliriz; fakat durum ne olursa olsun sizin düşünce düzeyinde bilimsel aşamaya ulaştığınız pek söylenemez*[41].

Ölçme neden bilim için bu kadar önemlidir? Bu soruyu ölçmenin bilimde sağladığı yararları belirterek yanıtlayabiliriz. Bilim ulaştığı sonuçları elden geldiğince kesin, açık ve doğru bir biçimde dile getirmeyi amaçlar. Ölçme yoluyla elde edilen gözlem verileri bu tür ifadeye olanak sağlamaktadır. Örneğin, “su ısıtıldığında kaynar” ifadesinin “su sıcaklığı 100°C'ye çıkarıldığında kaynar” ifadesi ile karşılaştırıldığında hem kesinlik ve açıklık yönünden hem de sağladığı bilgi miktarı bakımından ne kadar zayıf ve yetersiz olduğu görülmektedir. Gene bilim matematiksel ifade ve çıkarım kalıplarından yararlanmak ister. Bu da geniş ölçüde gözlem verilerinin kantitatif terimlerle ifade edilmiş olmasına bağlıdır. Kalitatif kavramları kantitatif kavramlara dönüştürmek bütün bilim dallarında, özellikle

gelişmekte olan bilimlerde, çok önemli bir sorundur. O kadar ki, bilimlerin gelişmişlik durumu, kavramların kantitatif olma derecesi ile ölçülmekte, ilerlemiş bilimlerle geri kalmış bilimler arasındaki başlıca farkın bu noktada toplandığı ileri sürülmektedir.

Örneğin fizikte güç kavramı "cisimleri harekete geçiren itme ve çekme" olarak başlamış ancak giderek bir yandan daha belirgin ve kesin bir anlam kazanmış, bir yandan da hareketin tüm nedenlerini kapsayacak kadar genişlemiştir. Galileo fiziğinde "cisimlerin hızını değiştiren etki" biçiminde değişen ve genişleyen kavram Newton fiziğinde kantitatif bir nitelik kazanarak şimdi hemen herkesin bildiği bir denklemde ifadesini bulmuştur: $F = m.a$

Sıcaklık kavramı da buna benzer bir değişiklik geçirerek kantitatif düzeye çıkmıştır. Aynı değişikliğin, yüzyılımızın başına kadar asla ölçülemeyeceği sanılan zekâ (veya genel öğrenme yeteneği) kavramında da yer aldığını, kavranın işlemsel tanımını oluşturan "zekâ bölümü" kavramının ortaya çıktığını görüyoruz.

"Ölçme" terimini biri dar biri geniş anlamda olmak üzere iki türlü tanımlayabiliriz. Dar anlamda ölçme bir veya daha fazla nesnede var olan ya da var olduğu sanılan bir niteliğin miktarını sayısal olarak belirleme işlemidir. Örneğin bir yolun uzunluğunu, bir çocuğun ağırlığını, bir mineralin sertlik derecesini, havanın sıcaklığını, bir okulun öğrenci sayısını belirleme gibi. "Ölçme" deyince genellikle akla bu anlam gelmekle birlikte, tanımın kapsamı dışında kalan bazı benzer işlemlerin de bir çeşit ölçme sayılması gereği öne sürülerek daha geniş kapsamlı tanımlara gidilmiştir. Yetkili düşünürlerin bugün aşağı yukarı üzerinde anlaştıkları ve ölçek niteliğinde tüm işlemleri kapsayan tanım şudur:

> *Ölçme, bazı kurallara göre nesnelere, olgulara ya da bunların gözlemlerine rakam verme işlemidir*[42].

Son derece geniş tutulan bu tanımda üç ayrı öğeden söz edilmektedir: Rakamlar, nesneler (veya olgular) ve kurallar. (Dikkatten kaçmaması gereken nokta tanımda, nesne veya olguya ilişkin bir niteliğin miktarını belirleme fikrinin yer almamasıdır.) Demek oluyor ki, ölçme bazı nesnel şeyleri rakam denen bazı soyut işaretlerle belirleme işlemidir. Ancak bu

belirleme gelişigüzel değil, belli kurallara uyularak yapılır. Bu kurallar nelerdir? Nesnelere rakamlar nasıl verilir, gibi soruları cevaplamadan bir iki noktaya kısaca değinmekte yarar görmekteyiz.

Her şeyden önce ölçme işlemi ile ölçek kavramını ayırmaya ihtiyaç vardır. Belli kurallara göre nesnelere ya da bunlara ilişkin gözlemlerimize rakam vermek diye tanımlanan ölçme, “ölçek” denilen işaret sisteminin (yani rakamların) kullanış biçimine dayanır. Başka bir deyişle, rakamlardan oluşan işaret sisteminin kullanış düzey ve biçimi ölçeği, bu ölçekten, belli bir nesneye belli bir zamanda vermek üzere uygun bir rakımı seçme ise ölçme işlemini oluşturur. Ölçme bir belirleme işlemi, ölçek ise bu amaçla kullanılan bir araçtır.

Belirtilmesinde yarar gördüğümüz bir başka nokta da ölçmede rakamlar nesnelere verilmekle birlikte ölçülen şey nesnenin kendisi değil, nesneye ilişkin bir niteliktir. Örneğin, “sıcaklık dün 20° idi; bugün 15°’ye düşeceği bekleniyor” ifadesinde 20 ve 15 rakamları sırasıyla dün ve bugüne veriliyor, fakat ölçülen şey her iki güne ilişkin bir nitelik olan sıcaklıktır.

Bir başka önemli nokta ölçme konusu niteliğin taneli veya sürekli olması ile ilgilidir. Örneğin, bir ailenin çocuk sayısı, taneli; bir nesnenin ağırlığı, uzunluğu veya yoğunluğu sürekli bir niteliktir. Bir niteliğin sürekliliği, o niteliğe verilecek herhangi iki değer arasında daima üçüncü bir değere yer olduğu anlamına gelir. Sözgelimi A gibi bir sıvının yoğunluğunu iki kere ölçtüğümüzü, önce .79, sonra .80 bulduğumuzu düşünelim. Bu o sıvının yoğunluğunun ya .79 ya da .80 olduğunu göstermez. Yeni bir ölçme bu iki değer arasında üçüncü bir değer (örneğin .791, .792, .793, .794, .795, .796, .797, .798 veya .799 gibi bir değer) verebilir. Oysa taneli niteliklerde böyle bir olasılık yoktur. Bir ailedeki çocuk sayısı daima 0, 1, 2, 3,... gibi pozitif tam sayılardan biri ile ifade edilir; 2 1/2, 2 1/3 veya 2 1/4 gibi çocuktan söz edilemez. Sürekli ve taneli niteliklerin ayrımı önemlidir. Çünkü dar anlamda ölçmenin konusu sürekli niteliklerdir. Taneli nitelikler ise, ancak geniş anlamda bir ölçme biçimi sayılan sayma işlemine konudur.

Sayma bir ölçme biçimi olarak bazı kurallara göre nesnelere rakam verme işlemidir. Ancak burada söz konusu nesnelere ilişkin nitelik sürekli değil, tanelidir. Nesnelere verilen rakamlar onların sayı niteliklerini belirlemektedir. Sayma herkesin hemen her gün yaptığı bir işlemdir. Ancak

son derece basit görünen bu işlemin kendine özgü ve çoğumuzun gözünden kaçan bir mantığı vardır. Birtakım nesneleri sayarken ne yapıyoruz? Görünüşe bakılırsa sayma, saydığımız nesnelere birer rakam vermekten ibaret bir işlemdir. Örneğin bahçemdeki ağaçları veya bir odadaki sandalyeleri, bir, iki, üç... diye sayarım. Saymaya istediğim yerden başlarım, bir yanlışlığım yoksa son nesneye verdiğim rakam saydığım kümenin sayısını gösterir ve bu sayı saymada izlediğim sıra ne olursa olsun, o küme için değişmezdir.

Doğru sayma, sayma işleminde örtük olarak var olan bazı kurallara dayanır. Bunları şöyle sıralayabiliriz:

(1) Saydığımız kümedeki her elemana yalnız bir rakam vermek,

(2) Aynı rakamı birden fazla elemana vermemek,

(3) Rakam verirken, rakam sistemindeki sıraya uymak.

Kuşkusuz sayma işleminde bu kuralların uygulanması bazı koşulların yerine getirilmiş olmasına bağlıdır. Her şeyden önce işleme konu kümenin sayılabilir eleman(tane)'lardan meydana gelmiş olması, bu elemanları aynı kümede toplamaya elverişli ortak bir niteliğin olması ve kümeyi oluşturan elemanların sonlu olması gerekir. Sonra, kullandığımız rakamların, saydığımız kümedeki elemanlara yetecek kadar bol olmasına ihtiyaç vardır.

Görülüyor ki, sayma iki kümedeki elemanların (rakamları içine alan soyut sistem ile nesneleri kapsayan somut küme), birebir bir karşılaşımını içermektedir. Asıl olan bir nesnel kümenin sayısını (çokluk niteliğini) saptamaktır. Sayma bu amacına, söz konusu kümeyi oluşturan elemanlara yukarda belirttiğimiz kurallara göre rakam vererek ulaşır.

Ölçek ve Ölçek Türleri

Ölçme ister geniş, ister dar anlamda alınsın daima bir çeşit ölçeğin kullanılmasını gerektirir. Ölçek, yukarda da belirtildiği üzere, bir işaret (rakam) sisteminden başka bir şey değildir. Sistem derken sistemde yer alan işaretlerin sabit aralıklarla belli bir sıralanışını belirtmek istiyoruz. Bir ölçeğin niteliğini, nesnel şeyleri rakamlarla belirleme işleminde izlenen

kural veya kurallar belirler. Uygulamada rakamların farklı kullanılışı farklı ölçeklerden söz etmemize yol açmıştır. En basit düzeyde rakamlar nesneleri birbirinden ayırt edici işaret olarak kullanılır. Örneğin, bir futbol takımında oyuncuların sırtlarında taşıdıkları rakamlar böyle ayırt edici veya adlandırıcı işaretlerdir. Daha üst düzeyde rakamlar belli bir nitelik yönünden sıralanan nesnelerin sırasını veya sıra içindeki yerini göstermek amacı ile kullanılır. Örneğin, bir güzellik yarışmasında güzellerin birinci, ikinci, üçüncü... diye sıralanması gibi. En üst düzeyde rakamlar nesnelere ait niteliklerin miktar veya kantitesini veya bunlar arasındaki ilişkileri belirtmek amacı ile kullanılır. Örneğin bir küme veya çokluğun sayısını veya nesnelere ait ağırlık, uzunluk, yoğunluk gibi büyüklüklerin miktarını belirten rakamlar.

Ancak hemen belirtmeli ki, rakamların şu veya bu düzeyde kullanılması kişinin serbest seçim veya isteğine bağlı değildir. Nesnel şeylerin rakamlar gibi soyut işaretlerle belirlenmesi her şeyden önce iki sistem (rakamlar ve nesnel şeyler) arasında hiç değilse bir yönden bir eş-biçimliliğin (isomorphism) var olması ile mümkündür. Her iki sistemin de kendine özgü çeşitli nitelikleri vardır. Bu niteliklerin tümü arasında tam bir eşleşme, bir birebir karşılaşım sağlamak çok kez olanaksızdır. Nesnel şeylere ilişkin bazı görüntü ve nitelikler bu şeyleri sadece sanıflamamıza, bazıları sınıflama ile birlikte onları sıralamamıza, bazıları ise bu şeylerin aralarındaki farkların ve oranların (rasyoların) mukayesesine elverişli işlemler kullanmamıza olanak vermektedir. Aynı veya benzer işlemlerin hepsini rakam sisteminde de bulmaktayız. Rakam sisteminin elverdiği işlemlerin tümünü nesnel şeylere her zaman anlamlı olarak uygulamak olanağı yoktur.

İlgi konumuz nesnelerin niteliği, rakamların hangi düzeyde veya rakamlara ilişkin ne gibi işlemlerin kullanılabileceğini belirler. Biz genellikle ölçmeden rakamların en üst düzeydeki kullanılışını, yani nesnel şeylerin aralarındaki farkların ya da oranların karşılaştırılmasını sağlayıcı kullanışını anlarız. Ne var ki, birçok durumlarda rakamların ancak ilk iki düzeydeki kullanışları ile yetinmek zorunluluğu vardır.

Rakamların farklı kullanılışları, biraz önce de işaret ettiğimiz gibi, farklı ölçeklere yol açmıştır. Bunlar ölçme gücü yönünden en zayıftan en kuvvetliye doğru şöyle adlandırılmışlardır:

Nominal Ölçek,
Ordinal Ölçek,
Interval Ölçek,
Rasyo Ölçek,

Ölçek tipleri üzerinde gerekli açıklamalara geçmeden önce, ölçme konusu nitelikler üzerinde kısaca durmayı gerekli görüyoruz.

İlk bakışta nesnelerin veya olguların yalnız kantitatif olarak belirlenmesine elverişli niteliklerinin ölçme konusu olabileceği söylenebilir. Ancak bu ölçmeyi çok dar bir anlamla sınırlamak demektir. Ölçmeyi, "nesnel şeylere belli kurallara göre rakam verme işlemi" diye tanımladığınız hatırlanırsa, bir çeşit ölçmeye konu oluşturmayacak herhangi bir niteliğin kolayca gösterilemeyeceği kendiliğinden ortaya çıkar. O halde önemli olan hangi niteliklerin ölçülebileceği, hangilerinin ölçülemeyeceği sorusu değildir. Önemli olan soru herhangi bir nitelik türünün hangi düzeyde, ne çeşit bir ölçekle anlamlı olarak ölçülebileceğidir.

Geniş bir ayrımla diyebiliriz ki, bilimsel ilgi alanımıza giren nitelikleri içlemsel (intensive) ve kaplamsal (extensive) olmak üzere iki grupta toplamak yoluna gidilebilir. İki grup nitelik arasındaki temel fark, ikinci grup nitelikler (örneğin, uzunluk, ağırlık, oylum (hacim), alan, açı, elektrik direnci, vb.) *toplanabilir* olduğu halde, birinci grup niteliklerin (örneğin, yoğunluk, sertlik, sıcaklık, öğrenme yeteneği, güzellik, kibarlık, vb.) *toplanamaz* olmasıdır. Örneğin iki nesneden A'nın ağırlığı 5 kg., B'nin ağırlığı 7 kg. ise A ve B'nin birlikte ağırlığı 12 kg.'dır. Yani (A+B) = 5+7. Oysa, A'nın sıcaklığı 20 C°, B'nin sıcaklığı 30 C° ise A ve B'nin birlikte sıcaklığı 50 C^0 değildir. Yani A+B= değildir 20+30.

Nitelikler konusunda gözden kaçmayan bir nokta da içlemsel dediğimiz niteliklerin kendi aralarında ölçülebilirlik yönünden gösterdikleri farklardır. örneğin sıcaklık ve yoğunluk gibi bazı niteliklerin oldukça yüksek bir ölçme düzeyi olan "interval" ölçekle ölçülebilmesine karşılık, güzellik, alçakgönüllülük, yüreklilik ve benzeri nitelikleri en çok "ordinal" ölçekle ölçebilmekteyiz. Ancak bu fark bilimlerin gelişme derecesi ile ilgili olduğu için belki de geçicidir. Nitekim bilim tarihinde gerilere gittiğimizde sıcaklığın da bir zamanlar ancak ordinal ölçekle ifade edilebildiğini görürüz. Ölçme tekniğinde sağlanan gelişmelerin bir sonucu olarak, aslında

ancak ordinal ölçeğin uygulanmasına elverişli olan öğrenme yeteneği, başarı derecesi gibi psikolojik niteliklerin günümüzde “interval” düzeye yakın bir ölçekle ölçülebilmesi de bu farkın temelde olmadığını gösteren başka bir gelişmedir.

Nominal Ölçek

Nominal ölçek rakamların nesnel şeyleri adlandırma veya tanıtlama amacı ile kullanıldığı bir ölçektir. Örneğin, futbol oyuncularına verilen rakamlar böyle tanıtma amacı için kullanılmıştır. Rakamlar, bir kümedeki nesneleri tek tek belirlemek için verilebileceği gibi kümeleri belirleme için de verilebilir. Örneğin, aynı sınıftaki öğrencilerin ayrıldıkları şubeleri veya bir işyerinde çalışanlardan kurulan işçi ekiplerini veya postalarını belirleyen rakamlar gibi.

Nominal ölçek, adından da sezinlenebileceği gibi, sözde bir ölçektir. Son derece basit ve ilkel diyebileceğimiz bir ölçme türüdür. Aslında bu ölçekte rakamların gördüğü işi başka işaretler (örneğin alfabede yer alan işaretler veya geometrik işaretler) de görebilir. Hatta renkleri bile rakamların yerine kullanabiliriz. Amaç farklı birey veya kümeleri birbirinden ayırma, benzerleri aynı grupta toplamadır; bu amacı sağlayan herhangi bir işaret sistemi nominal ölçek sayılabilir.

Nominal ölçeğin kullanılmasında önemli olan nesnel şeylerin benzerlik ve farklılıklardır. Farklı rakamlar (veya işaretleri) almaları için nesnel şeylerin farklı, aynı rakamı alması için nesnel şeylerin yeterince benzer olmaları gerekir. Başka bir deyişle, bu ölçekte rakam vermenin kuralı şudur: Aynı nesne veya kümelere farklı, farklı nesne veya kümelere aynı rakam verilmez. Bunun dışında herhangi bir sınırlama yoktur[43].

Bilimsel incelemenin ilk basamaklarında “sınıflama”nın önemli bir yer tuttuğuna daha önce işaret edilmişti. Herhangi bir bilim kolunda ilk adım inceleme konusu nesne veya olguları inceleme amacımıza uygun sınıflamaktır. Sınıflama ilk bakışta sanıldığı gibi basit bir işlem değildir. Örneğin bireyleri veya toplumları yoksul-zengin, tembel-çalışkan, zeki-aptal diye ayırmak her şeyden önce dikkatli bir tanım sorunudur ve çok kez uzun tartışma ve anlaşmazlıklara yol açabilecek nitelikte bir iştir. Ev gibi

somut bir nesneyi ele alalım: Neye “ev” diyeceğiz, neye demeyeceğiz, her zaman kolay ve açık değildir. Nesnel şeyleri sınıflama aynı sınıfa giren şeylerin hiç değilse bir yönden eşitliği veya özdeşliği varsayımına dayanır. Bu nedenle aynı sınıfa giren şeylerin eşitlik ilişkisini niteleyen özellikleri taşıdığını söyleyebiliriz. Eşitlik ilişkisinin simetrik ve geçişli (transitive) olduğu göz önüne alınırsa, nominal ölçeğin bu iki niteliği içerdiği anlaşılır. Ölçeğin simetrik olmasından şunu anlıyoruz; rakamlarla belirlenen herhangi iki nesne ya aynı ya da farklı sınıftadırlar. Örneğin x, y ile aynı (veya farklı) sınıfta ise, y x ile aynı (veya farklı) sınıftadır. Bu ilişkiyi R ile göstererek şöyle ifade edebiliriz:

$xRy = yRx$

Ölçeğin geçişli (transitive) olması ise şu demektir: Rakamlarla belirlenen x, y ve z gibi herhangi üç nesneden x ile y ve y ile z aynı (veya farklı) sınıfta iseler, x ile z de aynı (veya farklı) sınıftadırlar. Bu ilişkiyi formel olarak şöyle gösterebiliriz (“a” işareti “ve”, “⟶“ işareti “ise” kelimelerini simgelemektedir):

$(xRy \wedge yRz) \longrightarrow xRz$

Nominal ölçekte rakamların nesnelere verilmesinde uyulması gerekli kuralları bu iki ilişki biçimi (simetrik ve geçişli ilişki biçimleri) belirler.

Ordinal Ölçek

Ordinal ölçek sıralama işlemine dayanır. Bu ölçekte rakamlar, nesnelerin bir sıralamada tuttukları yerleri işaretlemek veya bir nitelik yönünden derecelerini göstermek için kullanılır. Nominal ölçekten daha üst bir ölçme düzeyi oluşturmakla birlikte ordinal ölçeğin de dar anlamda kantitatif bir betimleme için yeterli olduğu söylenemez.

Ordinal ölçeğin klasik bir örneğini minerallerin sertlik derecelerine göre sıralanmasında bulmaktayız. Birçok sosyal ve psikolojik niteliklerin (örneğin, öğrenme yetenekleri, kişilik özellikleri, sosyal ilişkiler, tavır ve ilgiler) ölçümü de aslında kişilerin veya grupların ölçüme konu nitelik yönünden bir sıralamasından başka bir şey değildir.

Herhangi bir nesne veya olgu grubuna ordinal ölçeğin uygulanması iki varsayımın geçerliğine bağlıdır. Bunlardan biri, inceleme konusu nitelik veya niteliklerin bu nesne veya olgularda farklı miktar veya derecelerde var olduğu; diğeri, nesneleri veya olguları farklı derecelerde taşıdıkları nitelikler yönünden bir tür karşılaştırmaya elverişli bir işlem veya yöntemin bulunduğu varsayımıdır. Birçok durumlarda bu iki varsayımın geçerliğini ya yoklamaya ihtiyaç yoktur, ya da kolayca saptayabiliriz. Nesnelerin, sertlik, yoğunluk, sıcaklık, parlaklık, ağırlık, oylum gibi nitelikleri farklı derecelerde taşıdıklarını gözlem veya deney yolundan biliriz. A ∨ B gibi iki mineral parçasını ele alalım. Bu iki nesneyi sertlik yönünden karşılaştırdığımızda şu üç sonuçtan birini gözleriz:

ya A = B (aynı sertlikte)

ya A > B (A, B’den daha sert)

ya da A < B (B, A'dan daha sert)

Karşılaştırmada izlediğimiz işlemi kısaca şöyle belirtebiliriz: A ve B minerallerini birbirine sürteriz; eğer biri diğerini çizmezse, ikisi de aynı sertlikte; A. B'yi çizer, B, A'yı çizmezse, A, B'den; B, A'yı çizer, A, B’yi çizmezse B. A'dan daha sert demektir. Bu işlemi izleyerek, daha fazla sayıdaki nesneleri çeşitli miktar veya derecelerde paylaştıkları bir nitelik yönünden (bir uzanım üzerinde) sıralayabiliriz. Örneğin A, B, C, D gibi dört mineralin sertlik yönünden şöyle sıralandıklarını düşünelim:

A < B < C < D

Verilen bir grup nesneyi böyle sıraladıktan sonra, sıra içindeki yerlerini rakamlarla belirleyebiliriz. Rakamların kullanılmasında göz önünde tutulması gerekli kural, rakamların nesneler arasında deneysel olarak saptanan ilişkiyi korumasıdır. Nesneler en sert olandan en çok sert olana doğru sıralanmışsa, rakamların da en küçükten en büyüğe doğru verilmesi gerekir. Örneğin,

A'ya 1, B'ye 2, C’ye 3, D'ye 4 verebiliriz.

Gözden kaçmaması gereken nokta, ordinal ölçeğin, nesnelerin sıra içindeki yerlerini göstermenin ötesinde herhangi bir bilgi vermediğidir. Verilen rakamlar, dizi içindeki nesnelerin yalnız sırasını göstermekte, aralarındaki

farkların miktar veya derecesi hakkında bir şey bildirmemektedir. Nitekim örneğimizdeki nesnelerin sırasını 1, 2, 3, 4 rakamların ile olduğu gibi 5, 12, 20, 36 veya 100, 500, 510, 515 gibi sırayı koruyan rakamlarla da gösterebiliriz. Aşağıdaki grafikler farklı olmakla birlikte, söz konusu sıralamayı belirtme bakımından aynı geçerliliktedirler:

(1) A B C D
x x x x

(2) A B C D
x x x x

(3) A B C D
x x x x

Bu durumda A ile B, B ile C, C ile D veya herhangi iki nokta arasındaki mesafenin büyüklüğü veya küçüklüğü hakkında bir şey söylemeye, diğer noktalar arasındaki mesafelerle mukayesesini yapmaya olanak yoktur. Yani ne,

AB = 3x (CD)

hatta ne de,

AB > BC

mukayesesini yapabiliriz. Tek söylenebilecek şey

AD = AB+BC+CD

denkleminde ifade edildiği üzere, iki uç arasındaki mesafenin, uçlar arasında yer alan mesafelerin toplamına eşit olduğudur.

Ordinal ölçek nesneleri veya olguları bir dizi içinde sıralama yanında, bunları sınıflama ve sınıfları sıralama işlemlerini de içermektedir. Nesnel şeyleri, tek tek, ya da küme olarak sıralama işlemi “daha büyük” ya da “daha küçük” ilişkisine dayanmaktadır. Buna göre ordinal ölçeğin formel özelliği asimetrik ve geçişli olmasıdır. Bu demektir ki, bir sıralamada A ve B gibi herhangi iki nesne veya küme arasındaki ilişki ya

A > B

ya da A < B

biçimini alır. Her iki halde de ilişki asimetriktir. Çünkü A > B ise B > A olamaz: Aynı şekilde A < B ise, B < A olamaz. Öte yandan, A, B ve C gibi herhangi üç nesne veya küme ele alındığında A > B ve B > C ise A > C olmak gerekir. Bu da ilişkinin geçişli olduğunu gösterir.

İnterval Ölçek

Nesnel şeylere verilen rakamlar eşit aralıklar belirliyorsa, ölçeğimiz “interval” adını alır. Kantitatif betimlemeye bu ölçek ile ulaşmaktayız. Ölçekte “gerçek” sıfır noktası gerektirmeyen tüm matematiksel veya istatiksel işlemler “interval” ölçeğin sağladığı sayısal verilere uygulanabilir.

“İnterval” ölçek daha önceki ölçeklerin sınıflama ve sıralama özelliklerini içerdikten başka, eşit aralıklar koşulunu gerçekleştirmekle daha üst düzeyde bir ölçek niteliği kazanmaktadır.

“İnterval” ölçeğin tipik örneklerini çeşitli sıcaklık ölçeklerinde bulmaktayız. Hem Centigrad hem Fahrenheit ölçeklerinin yapımı aynı ilkeye dayanmaktadır. Nesnel şeylerde gözlenen iki noktaya karşılık (örneğin suyun donma ve kaynama noktaları) ölçekte sayısal değer ifade eden rakamlarla iki nokta işaretlenir, sonra bu noktalar arasındaki mesafe belli sayıda eşit aralığa bölünür. Böylece nesnel şeylerde bulunan ilk iki nokta arasındaki aralıklar ve bunların sayısal değerleri saptanmış olur. Örneğin, Centigrad ölçeğinde “0” (sıfır) noktası suyun donma, 100 noktası suyun kaynama sıcaklığını işaretler. İki nokta arasındaki sıcaklık uzamını her biri bir derece sayılan 100 eşit aralığa veya birime bölünmüştür. Fahrenheit ölçeğinde “0” noktası, eşit ağırlıklardaki tuz ve karın karışımının sıcaklığını, 212 noktası ise suyun kaynama sıcaklığını işaretler.

“İnterval” ölçeği nitelerken, ölçek üzerinde “0” (sıfır) olarak işaretlenen noktanın “gerçek” olmadığı başka bir deyişle ölçekteki “0”ın nesnel şeylerde ölçüme konu niteliğin (örneğin sıcaklığın) yokluğu anlamına gelmediği gözden kaçırılmamak gerekir. Ölçek üzerindeki “0”, nesnel şeylerde gözlenen bir noktaya karşılık olmakla birlikte, zorunlu değil, isteğe kalmış ya da anlaşmaya bağlı bir noktadır. Bunun böyle olduğu, sabit bir

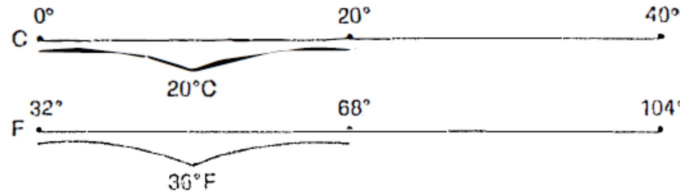
değer eklendiğinde ölçek formunun değişmez (invarient) kalmasından da bellidir. Çünkü sabit bir değerin eklenmesi sadece yeni bir sıfır noktasının seçimi demektir. Bu nedenledir ki,

$$y = ax+b$$

biçimindeki bir denklem yardımı ile bir ölçek üzerindeki herhangi bir değeri, diğer bir ölçek üzerindeki karşılık oluşturan değere çevirmek olanağı vardır. Örneğin 20°C'yi Fahrenheit değere şöyle çeviririz:

= 68 F°

“İnterval” ölçek değerleri üzerinde ne rasyo mukayeseleri ne de bildiğimiz aritmetik işlemler yapılamaz. Örneğin bugün sıcaklık 20°C, dün 10°C olmuşsa, “bugün dünden iki kat sıcaktır” diyemeyiz. Nitekim, aynı değerleri Fahrenheit ölçeğindeki değerlere çevirdiğimizde rasyonun 2:1'den 13:8’e değiştiğini görürüz. Aynı şekilde iki sıcaklık değerlerini toplayarak iki değerin rakam toplamı kadar sıcaklık elde edeceğimizi söyleyemeyiz. Buna karşılık, değerler arasındaki farklar üzerinde hem tüm aritmetik işlemleri hem de rasyo mukayeseleri yapılabilir. 10°C ile 20°C arasındaki fark 25°C ile 30°C arasındaki farkın iki katıdır, diyebileceğimiz gibi, iki farkın toplamının 15°C olduğunu da söyleyebiliriz. Farkların bir ölçekten diğer bir ölçeğe dönüşmede değişmez kaldığı aşağıdaki diyagramlardan da görülmektedir.



Bu bizi rasyo ölçeğe getirmektedir.

Rasyo (Ratio) Ölçek

“Rasyo” ölçeği “gerçek” 0 (sıfır) noktası olan bir “interval” ölçektir. En güçlü ölçeği oluşturur. Ne var ki, nesne veya olgulara ilişkin niteliklerin pek

çoğu bu ölçekte ölçülmenin gerektiği koşulları karşılayamamaktadır. İçlemsel (İntensive) niteliklerin tümü bu gruba girer. Fizik bilimlerde geniş uygulama alanı bulunan rasyo ölçeği, niteliklerin "toplanabilir" olmasını gerektirmekte, bu özellikten yoksun niteliklerin ölçümünde doğrudan kullanılamamaktadır. Kısacası rasyo ölçeğin uygulanması ancak eşitlik, sıralama, eşit aralık ve eşit rasyo saptanmasına elverişli işlemlerin kapsandığı hallerde olanaklıdır. Ağırlık, uzunluk, alan, oylum, açı, elektrik direnci gibi toplanabilir niteliklere iliş-ölçekler rasyo ölçeğinin tipik örneklerini oluşturur. Sayı sistemi de rasyo ölçeği olduğundan sayma işlemi rasyo ölçekte yapılan bir tür ölçmeden başka bir şey değildir. Rasyo ölçeği üzerindeki değerler bir sabit değerle çarpılarak dönüştürülür. Örneğin, bir uzunluğun "metre" cinsinden verilen değerini 1.093614 sabit değerle çarparak "yarda" cinsinden ifade ederiz.

Nominal ölçekten rasyo ölçeğine doğru gidildikçe ölçeğin gücü ile birlikte karşılanması gereken koşullar da artmaktadır. Nominal ölçekte rakamların nesnelere verilmesi için tek koşul nesnelerin aynı veya farklı olduğunu belirlemeye elverişli bir işlemin bulunmasıdır. Oysa, rasyo ölçekte bu koşulla birlikte nesnelerin bir uzanım üzerindeki sıralarını, aralarındaki farkların eşitliğini ve "gerçek" sıfır noktasının yerini belirlemeye elverişli işlemlerin de bulunması gerekir. Bir nitelik "interval" ölçekte ölçülemezse, "rasyo" ölçekte de ölçülemez. Ama tersi doğru değildir. Rasyo ölçekte ölçülmeye elverişli herhangi bir nitelik diğer ölçeklerde haydi haydi ölçülebilir.

Ölçmede Temel ve Türetilmiş Ayrımı

Her düzeydeki ölçmede izlenen en genel ilke rakam sisteminin hangi ilişkileri kullanılıyorsa, rakamların verildiği nesnel şeylerde de aynı ilişkileri bulmak gerekir. Başka bir deyişle rakamların kullanılış düzeyi, nesnelerin özelliklerine uygun olmalı. Böyle bir sınırlama olmasaydı rakamların verilişi gelişigüzel ya da isteğe göre olmaktan kurtulamazdı. Rakamlar üzerinde isteğimize göre çeşitli işlemler yapılabilir. Ama nesneler bu işlemlere elverişli değilse, rakamlar üzerindeki işlemler gerçekle ilişkisiz bir oyun olarak kalır. Örneğin, rasyo ölçeğin elverdiği aritmetik işlemler, ölçüme konu niteliğin ancak toplanabilir olması halinde bir anlam ifade

eder.

Ağırlık, uzunluk, elektrik direnci gibi büyüklükler (magnitudes)'in toplanabilir, buna karşılık yoğunluk. Güç, sertlik ve tüm psikolojik niteliklerin ise toplanamaz olduğunu yukarda belirtmiştik. Toplanabilir büyüklükler doğrudan ölçülebildiği için bunlara temel büyüklükler de denmektedir. Oysa, yoğunluk, güç ve esneklik (elasticity) gibi bazı fiziksel büyüklükler doğrudan değil, dolaylı yoldan ölçülebilmektedir. Bu yüzden bunlara türetilmiş büyüklükler ve ölçümlerine de türetilmiş ölçme denir. Temel ölçmeler başka ölçmelere dayanmaksızın, türetilmiş ölçmeler ise temel ölçmelere dayanılarak yapılan ölçmelerdir. Örneğin türetilmiş bir büyüklük olan yoğunluğun ölçümü iki temel büyüklüğün ölçümüne dayanır: Kütle ve oylum. Bir nesnenin yoğunluğu, o nesnenin kütle ve oylumunun bir fonksiyonudur. Yoğunluğun ölçümü kütlenin oyluma bölünmesi, yani (Y = Yoğunluk, K = Kütle, O = oylum):

ile elde edilir.

Unutmamak gerekir ki ölçümü toplanabilir büyüklüklerin ölçümüne benzemekle birlikte, yoğunluk gene de içlemsel bir niteliktir. Kaldı ki, içlemsel niteliklerin çoğu için böyle temel ölçümlere dayanan bir ölçme olanaksızdır. Türetilmiş bir ölçüm, empirik bir ilişki veya yasanın varlığına bağlıdır. Yoğunluk konusunda türetilmiş ölçüme olanak sağlayan yasa, nesnelerin kütle ve hacimleri arasında gözlenmiş olan değişmez ilişkidir. Bu ilişkinin matematiksel ifadesi bütün nesneler için geçerlidir:

$$K = cO$$

(Denklemde K, kütleyi: O, oylumu: c ise sabit bir değeri temsil etmektedir.) Bu denklemi kullanarak, herhangi bir nesnenin, kütle ve oylum ölçülerini biliyorsak, yoğunluğunu hemen saptayabiliriz. Nitekim bu yoldan suyun yoğunluğunun 1, alkolün .79, hidroklorik asidin 1.27, cıvanın ise 13.6 olduğu bulunmuştur.

Söz konusu ilişki olmasaydı, yoğunluk da pek çok içlemsel nitelikler gibi ancak ordinal ölçekle ölçülebilirdi. Nesnelerin suda yüzüp yüzmemelerinin yoğunlukları ile ilişkili olduğunu biliyoruz. A ve B gibi iki nesneyi suya

koyalım: A batar B yüzerse, A'nın B’den daha yoğun olduğunu saptamış oluruz. Bu işlemi kullanarak yukarda adlarını verdiğimiz dört sıvıyı (veya başka nesneleri) yoğunluk sırasına koyabiliriz.

$$A < S < H < C$$

Deneysel olarak elde edilen bu sıralama bize yoğunluk niteliği bakımından nesnelerin yerlerini gösteriyor. Bu ilişki içinde nesnelere vereceğimiz rakamlar da kantitatif olarak onların yoğunluk miktar veya derecelerini değil, sadece yoğunluk uzamını üzerindeki sıralarını belirler.

Ölçme Güvenirliği

Ölçmenin amacı gözlem verilerimizin kesinliğini artırmak, onları sayısal ifadeye, dolayısıyla matematiksel işlemlere elverişli olacak biçimde saptamaktır. Fakat ölçme hangi düzeyde olursa olsun birtakım işlemlere dayandığından, bu işlemler de hiçbir zaman tam ve kusursuz olmadığına göre, ölçme verileri de az veya çok daima hatalı olacaktır. Hatasız ölçme erişilmesi belki de olanaksız bir idealdir.

Ölçme hatası, “doğru değer”den bir sapmayı temsil eder. Bu ilişkiyi (“doğru değeri” D, herhangi bir ölçme sonucunu $Ö_1$ ve ölçme hatasını H_1 ile gösterirsek) şöyle ifade edebiliriz:

$$H_1 = Ö_1 — D$$

Ne var ki, “doğru değer” kavramı işlemsel olarak belirlenmedikçe, ölçme hatasını hesaplamaya olanak yoktur. Bu nedenle “doğru değer” kavramı yerine, onun işlemsel anlamını oluşturan “ortalama değer” kavramı konur. Ortalama değer (), aynı ölçümün “çok sayıda” tekrarlanması ile elde edilen değerlerin aritmetik ortalamasıdır. Buna göre, yukardaki denklemi şöyle değiştirmek gerekir:

$$H_1 = Ö_1 —$$

Hemen işaret etmeli ki, ortalama değer, “doğru değer”in tam kendisi değil, ancak bir yaklaşımıdır. Ölçümün tekrar sayısının artışı ile doğru orantılı olarak ortalama değer, “doğru değer”i giderek daha yaklaşık belirleme

niteliği kazanır.

Ölçme hatasını hesaplamada “ortalama değer”in kullanılması bazı koşullara bağlıdır. Öncelikle, söz konusu hatanın sistematik değil “random” (gelişigüzel) olması gerekir. Bir ölçme araç veya işleminde sistematik hata tek yönden beliren (“doğru değeri” tutarlı olarak ya olduğundan daha düşük ya da daha yüksek gösteren) hatadır. Örneğin bir saatin daima geri kalması veya daima ileri gitmesi zaman aralıklarının ölçümünde sistematik hataya yol açar. Bu durumda ortalama değer, “doğru değere” yaklaşık olma niteliği taşımaz. Ortalama değer, çok sayıda tekrarlanan ölçümlerde “doğru değer”den sapmaların birbirini götüreceği varsayımına dayanır.

Öte yandan, aynı ölçmeyi tekrarlama, ölçülen şeyin değişmediğini, tekrarların aynı koşullar altında yapıldığı gibi varsayımların da geçerliliğini gerektirir.

Ağırlık, uzunluk, yoğunluk gibi fiziksel büyüklüklerin ölçümünde kolayca karşılanan bu koşullar, psikolojik niteliklerin ölçümünde pek az yerine getirilebilmektedir. Örneğin kişilerin zekâ, ilgi ve kişilik niteliklerini ölçmede ölçümün birden fazla tekrarlanması çeşitli nedenlerle sonucu büsbütün geçersiz kılmaya yol açabilir. Ama gene de “doğru değer”in hesaplanmasında, zorluk ve sakıncalarına karşın, ortalama değere gitme dışında yapılacak bir şey yoktur.

Ölçme hatası ile ölçme güvenirliği birbiriyle yakından ilgili iki kavramdır. Hatası az olan ölçme, güvenirliği yüksek ölçmedir. Başka bir deyişle, bir ölçme aracı veya işlemi ölçülen şeyi ne kadar doğru (yani hatasız) ölçüyorsa, o kadar güvenilir sayılır.

Güvenirliğin işlemsel ölçütü, tekrarlanan ölçümlerin tutarlı sonuç vermesinde aranır. Aynı koşullar altında tekrarlanan ölçümler birbirini tutmayan sonuçlar veriyorsa ölçümümüz güvenirlikten yoksun demektir. Örneğin uzunluk ölçümünde çelik metre son derece güvenilir, lastik şerit ise güvenirliği çok zayıf birer araçtır. Çünkü birincisi her uygulanışında hemen hemen aynı sonucu verirken, ikincisi lastiğin gerilimine göre çok farklı sonuçlar verebilir.

Ölçmede güvenirlik bir derece sorunudur. Sonuçları tam tutarlı ölçümleri tam güvenilir, sonuçları hiç birbirini tutmayan ölçümleri güvenirlikten

yoksun saymak gerekir. Ancak güvenirliği tam veya güvenirlikten tümüyle yoksun bir ölçüme olanaksız diyemezsek bile pratikte kolayca rastlanan bir olgu değildir. Bir korelasyon ölçüsü olan güvenirlik katsayısı hemen her zaman 0'dan büyük, 1'den küçüktür.

Bir ölçeğin güvenirliğini artırmada başlıca yol hataya yol açan etkenleri denetlemektir. Hatanın çeşitli kaynakları arasında şu üçü özellikle önemlidir: (1) Ölçme aracımızın yetersiz veya kusurlu oluşu. Hiçbir ölçü aracı, ne denli duyarlı olursa olsun, mükemmel sayılamaz. Kuyumcunun terazisi hiç şüphesiz bakkal terazisinden çok daha duyarlıdır. Bakkal terazisinin duyarsız kaldığı bazı ağırlık farklarını, kuyumcu terazisi ile kolayca saptayabiliriz. Ancak, kuyumcu terazisinin de duyarsız kaldığı daha ince farkların varlığı da inkâr edilemez. (2) Ölçümü yapan kişinin yetersizliği. Deneyim, beceri, ilgi, dikkat gibi kişilik nitelikleri yanında duyu organlarının normal çalışıp çalışmaması da ölçme hatasını artırıcı veya azaltıcı etkenlerdir. (3) Ölçme işleminin (hatta ölçme aracının) dayandığı teorik koşulların ya hiç ya da yeterince yerine getirilememesi. Uygulamada hemen tüm ölçme işlemleri az çok dayandıkları varsayımların sınırlarını aşarlar. Ancak teorik sınırların bilinmediği veya yok sayıldığı hallerde ölçme hatası da artar. Örneğin, ölçümü ancak ordinal ölçeğe elverişli olan bir niteliği "interval" ölçekle ölçülebilir sayıp ölçmeye kalkmak, sonucu geçersiz kılacak ölçüde hataya yol açabilir.

Hata kaynaklarını tanıma ve dikkatlice denetleme kuşkusuz ölçme güvenirliği için gereklidir. Ne var ki. bu gibi önlemler bizi ancak bir noktaya kadar götürür; yoksa ölçme hatasını büsbütün ortadan kaldırmaz. Çünkü, hatasız ölçme yoktur.

Üçüncü Kesim

BİLİMSEL AÇIKLAMA
ve
DAYANDIĞI TEORİK TEMELLER

Altı bölümü içine alan bu kesimde bilimin kavramsal düzeydeki amaç, işleyiş ve teorik yapısına ilişkin sorunlara yer verilmiştir. İlk üç bölümde (IX, X ve XI. Bölümlerde) bilimsel açıklama, bilimsel yasa kavramı, hipotez doğrulama gibi birbirine yakından bağlı konular ele alınmış; XII. bölümde nedensellik kavramı, XIII. Bölümde bilimsel teorinin yapı ve işleyişi ayrıntılı bir biçimde işlenmiştir. Son bölümde (XIV. Bölüm), bilim ile bilim dışı diğer entelektüel çalışmaların ilişkisi tartışılmıştır.

IX BÖLÜM

BİLİMSEL AÇIKLAMA

Betimleme ve Açıklama

Bilim, dünyamızda olup biten olguları betimleme ve açıklama yoluyla anlama girişimidir. Olguları betimleme, onları saptama, sınıflama ve dile getirme gibi işlemleri kapsar. Bilimsel yöntemin bu yönü ile ilgili açıklamalar bundan önceki bölümlerde verilmiştir. Bilimin açıklama yönüne gelince bu konu bizi çok daha geniş sorunlara götürecek niteliktedir. Gerçekten, bilimsel açıklama sürecini tam aydınlığa çıkarmak için, hipotez, doğa yasası, teori, nedensellik ve olasılık ilkeleri gibi kavramları ele almaya

ihtiyaç vardır. Ancak, bu konulara geçmeden önce, bilimsel açıklama kavramını kalın çizgilerle belirlemek yerinde olur, herhalde.

Bazı bilgin veya düşünürler (örneğin, Gustav Kirchhoff, Ernst Mach, Karl Pearson, vb.) bilimde olgu veya olgular arasındaki ilişkileri saptama, sınıflama ve betimleme dışında bir açıklamadan söz edilemeyeceğini ileri sürmüşlerdir. Bunlara göre, "açıklama" denilen şey aslında iyi ve tam yapılmış bir betimlemeden başka bir şey değildir. Bilim metafizik nitelikte olan "niçin" veya "neden" sorusuna değil, "ne" veya "nasıl" sorusuna yanıt arar, böyle düşünenlere göre{44}. Bu görüşün savunucusu günümüzde yok denecek kadar azdır. Özellikle olguları toplama ve sınıflama aşamasını çoktan geride bırakmış teorik bilim dallarında "açıklama"nın tuttuğu önemli yer göz önüne alındığında, bilimin "ne" ve "nasıl" sorularına olduğu kadar, hatta belki de daha fazla "niçin" veya "neden" sorusuna yanıt aradığı kolayca anlaşılır.

Açıklama bir olgunun oluş biçimini değil, oluş nedenini gösterme sürecidir. Bir ay tutulmasını veya bir gel-git olayını baştan sona dikkatle izleyebilir, gözlemlerimizi bütün ayrıntıları ve oluş sırası içinde kaydedebiliriz. Bu bize ay tutulması veya gel-git fenomenlerinin nasıl olduğunu anlatır, fakat neden meydana geldiğini göstermez.

Bir olguyu betimlemek için o olgunun dışına çıkmaya gerek yoktur; olguyu oluş süreci içinde algılamak ve kaydetmek yeter. Oysa bir olguyu açıklamak için o olgunun dışında başka olgulara başvurmak gereği vardır. Bu ise, iki olgu türü arasında ilişki kuran bir veya daha fazla genellemenin elimizde olmasına bağlıdır.

Söz konusu farkı bir örnekle göstermek için günlük yaşamımızda sık rastladığımız bir olguyu, cisimlerin suda yüzmesini ele alalım. Gözlemlerimiz bazı cisimlerin suda yüzdüğünü, bazılarının ise battığını göstermektedir. Hangi cisimlerin yüzdüğünü, hangilerinin battığını saptamamız; yüzen cisimlerin ne ölçüde su dışında, ne ölçüde su içinde kaldıklarını ölçerek bulmamız, cisimlerin suda yüzme olayını doğru betimlemek için gereklidir. Ne var ki. bu tür bilgiler neden bazı cisimlerin yüzdüğünü, neden diğer bazı cisimlerin battığını açıklamaya yetmez. Örneğin, tahta parçalarının yüzdüğünü, demir parçalarının ise battığını hep biliriz. Ama "niçin bu böyledir?" sorusunu, ancak cisimlerin özgül

ağırlıkları üzerinde bilgimiz varsa, daha doğrusu cisimlerin suda yüzmesi ile özgül ağırlıkları arasındaki ilişkiyi biliyorsak, doğru yanıtlayabiliriz. Aynı şekilde, bir emme tulumbanın kuyudan suyu nasıl yükselttiğini, ne kadar yükselttiğini gözlem veya ölçme yoluyla saptayabiliriz. Ama bu bilgiler tulumbanın suyu neden belli bir yüksekliğin üstüne çıkaramadığını açıklamaya yetmez. Böyle bir açıklama için başka bir şeye, hava basıncı kavramına başvurmamız gerekir.

“Neden”le başlayan soru bir olup-biten karşısında şaşkınlığa düşmekten doğar. Her şey bekleyişimize uygun gitseydi, şaşkınlığa yer olmayacak, dolayısıyla “neden” sorusu da sorulmayacaktı; herhangi bir açıklamaya gitmeksizin, olup bitenleri betimleyerek tanıtlamak bilimsel amaçlar için yeter sayılacaktı. Oysa gözlem konusu olgular her zaman bekleyişlerimize uygun gitmemekte, bazen bizi şaşırtıcı biçimlerde ortaya çıkmaktadır. Örneğin kış aylarının soğuk, yaz aylarının sıcak gitmesinde bekleyişimize aykırı düşen bir nokta yoktur. O yüzden de bu olgu karşısında pek azımız hayrete düşer veya açıklama gereği duyarız. Oysa, bir yıl, bekleyişimizin tam tersine, yaz aylarının soğuk, kış aylarının sıcak gittiğini düşünelim: Böyle bir gözlem hepimizi hayretten hayrete düşürür, bizi hemen bir açıklama bulmaya zorlar.

Demek oluyor ki, açıklama çabası şaşkınlığımızı giderme, bekleyişlerimizle olup bitenler arasındaki uygunluğu sağlama ihtiyacından doğmaktadır. Kısaca demek gerekirse, açıklama beklenmeyen bir gözlemi beklenir hale getirmektir. Bu, günlük düşünme düzeyinde olduğu gibi bilimde de böyledir.

Günlük yaşamdan bir örnek: Akşam karanlığında eve girdiğinizde her zamanki gibi elektrik düğmesine basıyorsunuz, ama beklediğinizin tam tersine lambanız yanmıyor. Bir an için hayret ve şaşkınlık içindesiniz. İster istemez çok geçmeden kafanızda birtakım olasılıklar belirecek, şaşkınlığınızı giderecek bir açıklama bulmaya koyulacaksınız. Sigorta atmış olabilir; akım kesik olabilir; ampul gevşemiş olabilir, gibi... Bu olasılıklardan birinin doğru çıkması halinde şaşkınlığınız giderilmiş olacak, beklenmeyen durum sizin için artık beklenen bir sonuç niteliği kazanacaktır.

Bilim tarihinden bir örnek: 1675 yılında Danimarkalı astronom Römer,

Jüpiter gezegeninin birinci uydusunun hareketlerini izliyordu. Uydu yörüngesinde giderken gezegenin arkasına her geçişinde beklendiği üzere gözden kayboluyordu. Uydunun kaybolması ile tekrar görünmesi arasında geçen süreleri ölçen Römer bu sürelerin değiştiğini hayretle gördü. Süreler arasındaki farkların nedeni neydi? Römer'in şaşkınlığını gideren açıklaması (ışığın kısa mesafeyi daha kısa, uzun mesafeyi daha uzun sürede aldığı hipotezi) bilim tarihinde önemli bir buluş sayılmıştır[45].

Görülüyor ki, açıklamanın amacı, beklenmeyen bir gözlem karşısında kişinin içine düştüğü hayret veya şaşkınlığı giderme, çevresinde olup bitenlerle bekleyişleri arasında uygunluk sağlamadır.

Çoğumuz için beklenir olan birçok olup bitenler, bilim adamı için açıklanmaya muhtaç görünebilir. Örneğin, güneşin neden daima doğudan yükselip batıdan kaybolduğu (bilme meraklarını henüz yitirmemiş çocuklar dışında) pek az kimsenin cevap aradığı sorunlardandır. Oysa bilimde bu ve benzeri olguların açıklamaları vardır. Bilim, özellikle, belli bir düzene bağlı olarak ortaya çıkan olguları veya bu olgular arasında değişmez görünen ilişkileri açıklamaya çalışır.

Gözlemlerimiz, değişmez bir düzenle gecenin gündüzü kovaladığını; yeterince ısıtılan metallerin genleştiğini; suyun belli bir sıcaklıkta kaynadığını, başka bir sıcaklıkta donduğunu; serbest bırakılan cisimlerin düştüğünü; buzun soğuk, ateşin daima sıcak olduğunu. vb. göstermektedir. Böyle değişmez bir düzenle beliren olgu ve ilişkiler dile getirildiğinde, "doğa yasası" dediğimiz birtakım evrensel genellemeler biçimini alır. Örneğin, "bütün metaller ısıtıldığında genleşir", genellemesi evrensel olup, belli bir grup metalin değil, bildiğimiz ve bilmediğimiz, geçmişte ve gelecekte, evrenin her yanında gözleme konu olmuş ve olabilecek tüm metallerin belli bir özelliğini ifade etmektedir. Kuşkusuz bilimsel genellemelerin hepsi evrensel değildir. "Her yıl doğan çocukların yaklaşık olarak yarısı erkektir" veya "Olgun meyveler genellikle tatlıdır" gibi genellemeler evrensel genellemeler gibi söz konusu nesnelerin tümünü değil ancak bir bölümünü kapsamaktadır. Bilimsel açıklamalarda hem evrensel hem de istatistiksel nitelikte olan bu ikinci tür genellemeler kullanılmaktadır.

Bir genelleme ister evrensel, ister istatistiksel nitelikte olsun, bilimsel

açıklamada ya açıklayıcı ya da açıklanan olarak yer alır. Örneğin, “Dünyanın güneş çevresinde çizdiği yörünge neden elips biçimindedir?” sorusuna “çünkü bütün gezegenlerin yörüngeleri elips biçimindedir”, yanıtını bir tür açıklama kabul edersek, burada yer alan genelleme (“Bütün gezegenlerin yörüngeleri elips biçimindedir”) açıklayıcı olarak kullanılmıştır. Öte yandan, “Gezegenlerin yörüngeleri neden elips biçimindedir?” sorusuna Newton'un devinim yasaları ile yer çekimi yasasına başvurarak yanıt verdiğimizde, aynı genelleme açıklanan olarak işlem görür.

Genellikle, tek tek olguların açıklamasında bu olguları kapsayan genellemelere, genellemelerin dile getirdiği olgusal ilişkilerin açıklanmasında ise daha üst düzeyde genellemelere (bunlara açıklayıcı veya teorik genellemeler de denir) başvurulur. Örneğin, Robert Boyle’un gazlar yasası, belli bir gazın basıncını artırdığımızda hacminin neden küçüldüğünü, gazların kinetik teorisi ise Boyle yasasının dile getirdiği gazların basınç ve oylumlar arasındaki değişmez ilişkinin nedenini açıklamak için iki yarı düzeyde başvurduğumuz genellemelerdir.

Açıklamanın Mantıksal Yapısı

Bir olguyu açıklamanın onun bir veya daha fazla genelleme yardımı ile başka olgulara bağlama demek olduğuna yukarda işaret etmiştik. Bu tanımın düzeltilmesine ihtiyaç var. Açıklamada birbirine bağlanan şeyler olgular değil, olguları betimleyen önermelerdir. Buna göre bir olguyu açıklama, onu betimleyen önermeyi konuya ilişkin bazı genellemeler yardımı ile başka bazı olgular betimleyen önermelerden çıkarma demektir. Bağlayıcı genellemeler evrensel biçimde olduğunda çıkarım dedüktif nitelikte, genellemeler istatistiksel nitelikte olduğunda çıkarım indüktif niteliktedir. İndüktif çıkarımlı açıklama modelini şimdilik bir yana bırakarak, dedüktif model üzerindeki çözümlememize çoğumuzun yaşantısı içinde olan bir örnekle başlayalım.

Örnek: Sıcak ve güneşli havalarda deniz kenarında öğleden sonra denizden karaya doğru serin bir esinti dikkatimizi çekiyor. Biz bu gözlemi ısınan cisimlerle ilgili doğa yasalarına başvurarak açıklarız. Şöyle ki, güneş karayı

denizden daha çabuk ve kuvvetli ısıttığından kara üstündeki hava ısınır ve yükselir; böylece boşalan yere, deniz üstündeki serin, dolayısıyla daha yoğun olan havanın akımı başlar.

Şimdi günlük dilde yapılan bu açıklamayı formel kalıba dökmeden önce, kısa bir çözümlemeye tabi tutalım.

Açıklanan olgu; denizden karaya doğru olan serin esinti. Bu olguyu betimleyen önermeyi E ile gösterelim.

Başvuruları genellemeler: Nesnelerin ısınma katsayılarındaki değişiklik (su ve toprağın özgül [specific] ısıları arasındaki fark); havanın termik genişlemesi; havanın yüksek basınç noktasından alçak basınç noktasına akımı, vb. Bu genellemeleri G_1. G_2...G_m diye gösterelim.

İlişkin koşullar: Mevsimin yaz olması, havanın sıcak ve güneşli olması, esintinin deniz kenarında, öğleden sonra çıkması... gibi. Açıklanan olguya ilişkin bu gözlemlere “ilk koşullar” diyeceğiz ve “k_1, k_2 ... k_n,” olarak göstereceğiz.

Açıklama bir çıkarım (argument) biçiminde olup yukarda belirtildiği üzere üç tür önermeden kurulur. İlk koşulları betimleyen önermeler (k_1, k_2 ... k_n) ile genellemeler (G_1, G_2 ... G_m) çıkarımının öncüllerini, açıklanan olguyu betimleyen önerme ise çıkarımın sonucunu oluşturur. Öncüllerde yer alan genellemeler evrensel biçimde olduğundan çıkarım dedüktif niteliktedir. Aşağıdaki şema çıkarımın mantıksal kalıbını vermektedir:

Açıklayanlar k_1, k_2, ... k_n
(öncüller) G_1, G_2, ... G_m

Açıklanan O halde, E
(sonuç)

Çıkarımın biçiminden de görüleceği üzere, açıklayanlar verildiğinde açıklanan kaçınılmaz, zorunlu olarak beklenir bir sonuç niteliği kazanmaktadır. Bu, biraz ilerde değineceğimiz gibi, bilimsel açıklama ile bilimsel ön-deyinin (pre-diction) mantıksal yapı yönünden özdeş olduklarını gösterir. Başka bir deyişle, yukardaki kalıba uygun bir açıklama, E'nin betimlediği olgunun verilmediği veya henüz gözlenmediği hallerde

bir ön-deyidir.

Yukarda mantıksal kalıbını verdiğimiz dedüktif çıkarımlı bir açıklamanın bilimsel yönden yeterliliği şu dört koşulun karşılanmasına bağlıdır:

1. Açıklanan açıklayanların mantıksal sonucu olmalıdır. Başka bir deyişle, açıklayanları doğru kabul ettiğimizde, açıklananı da doğru kabul etmek zorunda olmalıyız. Bu kısaca çıkarımın geçerli olması gereğini ifade eder.

2. Açıklayanlar arasında yasa niteliğinde en az bir genelleme olmalıdır.

3. Açıklayanlar olgusal içerikli önermelerden meydana gelmelidir. Başka bir deyişle açıklayanları, ne mantıksal kurallar gibi içi boş analitik, ne de doğrulanması ya da yanlışlanması olanaksız metafizik türden önermeler oluşturmalıdır. (Bu koşul üstü örtük olarak ilk koşulda saklıdır; çünkü, olgusal bir önerme olan açıklananın sonuç olduğu geçerli bir çıkarımda öncüllerin tüm analitik ya da metafizik türden olması olanaksızdır.)

4. Açıklayanları oluşturan önermelerin doğru olması gerekir. [“Doğru” derken, bu önermelerin ya da mantıksal sonuçlarının (kuşkusuz açıklanan dışındaki mantıksal sonuçlarının) tüm gözlem veya deney sonuçlarına uygun düşme gereği anlatılmak istenmiştir.]

Kısaca demek gerekirse, bilimsel yeterliği olan bir açıklama: (a) biçim yönünden mantıksal olarak geçerli, (b) içerik yönünden olgusal olarak doğrulanmış birtakım önermeleri kapsayan bir çıkarımdır.

Olguları açıklamada bilimin birtakım genellemelerden yararlandığını gördük. Ne var ki, birçok inceleme alanlarında ulaşılan genellemeleri evrensel biçimde (yani, “Tüm A'lar aynı zamanda B’dir” biçiminde) ifade etmeye olanak yoktur. Bu genellemeler çoğu kez istatistiksel dediğimiz şu biçimi almaktadır:

A olan şeylerin aynı zamanda

B olma olasılığı % ......’dır.

A olan şeylerin B olma olasılığı yüzde ile ifade edilebileceği gibi “yüksektir”, “düşüktür”, veya “kuvvetlidir”, “zayıftır” gibi kalitatif

terimlerle de ifade edilebilir. İfade hangi terimlerle yapılırsa yapılsın, istatistiksel bir genelleme ilişkin olduğu nesnelerin tümünü değil ancak, bir bölümünü kapsayıcı niteliktedir. Örneğin,

X hastalığına yakalanan insanların % 60'ı kurtulamaz, genellemesi, bütün insanları değil ancak bir bölümünü (% 60'ını) kapsamına almaktadır. Başka bir deyişle istatistiksel bir genellemede inceleme konusu özelliğin bir sınıf nesnenin tümüne değil sadece bir bölümüne ilişkin olduğu ileri sürülür. Bu tür genellemelere dayanılarak yapılan açıklamalarda açıklayanlar, açıklananı hiçbir zaman zorunlu kılmamakta, ancak belli bir derecede desteklemekle kalmaktadır. Örneğimize dönelim:

SORU: X hastalığına yakalanan A kurtulduğu halde B neden kurtulmadı?

YANIT: Çünkü X hastalığına yakalananların hepsi değil, % 60 kadarı ölmektedir.

Gösterilen neden B'nin ölümünü açıkladığı gibi A'nın kurtuluşunu açıklamaya da elverişlidir.

İstatistiksel nitelikteki açıklamaların genel biçimini şöyle gösterebiliriz:

p (G, F) = r
Fi
____

Gi

Bu çıkarımda Fi hastalığına yakalanan herhangi bir kişiyi, Gi ise o kişinin kurtulmayışını belirlemekte, p(G.F)=r genellemesi hastalıktan kurtulamamanın olasılığını (probabilite'sini) ifade etmektedir. Noktalı çizgi ise çıkarımın dedüktif nitelikte olmadığını, Gi'nin belli bir olasılık içinde beklendiğini göstermektedir. Çıkarımın tümünü şöyle okuyabiliriz:

> *Adam kurtulamadı (Gi), çünkü o x hastalıgına yakalanmıştı (Fi) ve x* hastalığına yakalanma halinde (F) ölüm (G) olasılığı (p) yüzde 60 (r)'dır.

Görülüyor ki, dedüktif çıkarımlı açıklamadan farklı olarak burada açıklayanlar açıklananı zorunlu kılmamakta, ancak belli bir olasılık içinde desteklemekle kalmaktadırlar. Aynı açıklayanların, adamın hastalıktan

kurtulmaması gibi kurtulması sonucunu da desteklemeye (biraz daha zayıf bir şekilde) elverişli olduğuna yukarda işaret etmiştik.

Ön-deyi

Ön-deyi, olgular arasındaki ilişkilerden veya bu ilişkileri dile getiren genellemelerden yararlanarak henüz olmamış bir olguyu önceden kestirmedir. Örneğin, astronomide bazı ilk koşulların gözleminden ve Newton fiziğinin devinim yasalarından yararlanarak gelecekteki ay veya güneş tutulmalarını önceden kestirmek, gibi.

Doğayı bilimsel yoldan incelemede ön-deyi (prediction), açıklama derecesinde önemlidir. Açıklamada başta gelen amaç anlamak, ön-deyide doğa güçlerini denetim altına almaktır. Bilim olguları önceden kestirme gücünü taşımasaydı, bütün bilgilerimiz ve açıklamalarımız insanoğlunun sırf bilme ve anlama merakını giderme dışında fazla bir sonuç vermeyecekti. Oysa bilim bu merakı tatmin etmenin son derece başarılı ve verimli bir aracını sağladığı gibi doğa güçleri üzerinde insanoğlunun egemenliğini kurmasının ve genişletmesinin de en etkili kaynağı olmuştur.

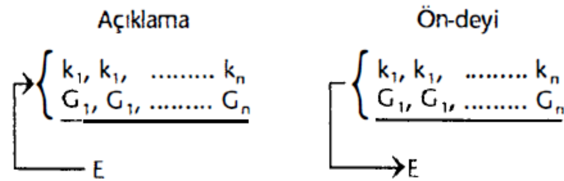
Ön-deyinin bir başka önemi de hipotez veya teorilerin doğrulanmasında bizi yeni gözlem veya deney verilerine götürmesidir. Bir teori veya hipotezden çıkarılan her mantıksal sonuç bir ön-deyi niteliği taşır; teori veya hipotezin doğrulanması bu gibi sonuçların yeni gözlem veya deney verilerine uygun düşmesiyle olanak kazanır.

Bilim felsefesinde öteden beri tartışılan konulardan biri ön-deyi ile açıklamanın ilişkisi üzerinedir. Yetkili kaynaklardan bir bölümünde iki çıkarım tipinin yapısal yönden özdeş oldukları ileri sürülürken, bir bölümünde ise bu iddia reddedilmektedir. Ayrıntılı tartışmalara girmeksizin, şunu söyleyebiliriz: Her açıklama hiç değilse potansiyel olarak bir ön-deyi niteliği taşımaktadır. Bunun böyle olduğu nedensel (veya dedüktif) tür açıklamalarda kolayca gösterilebilir. Gerçekten bilimde yeterli sayılan herhangi bir açıklamanın aynı zamanda bir ön-deyi niteliğinde olduğu, bir olguyu açıklayan öncüllerin, o olguyu beklenir hale getirmesinden de bellidir.

Buna karşılık ön-deyi niteliğindeki her çıkarımın aynı zamanda bir açıklama sağlayacağı kolayca ileri sürülemez. Özellikle birtakım basit ilişkilere veya korelasyonlara dayanan ön-deyilerde açıklama niteliği bulmak güçtür.

Örneğin, pek çok kimse, nedenini bilmeden baş ağrılarını dindirmek için aspirin alır. Geçmiş yaşantılarında aspirin almakla baş ağrısının dinmesi arasında bir ilişki kurulmuştur. Aspirin alınca baş ağrılarının dineceğini beklerler. Bu bir ön-deyidir, ama açıklama niteliği taşımayan bir ön-deyi. Çünkü, X'in gerçekleşmesiyle Y'nin de gerçekleşeceği, gerçekleşme nedeni bilinmeksizin de, beklenilebiliyor.

Demek oluyor ki açıklama ile ön-deyi arasındaki ilişki her zaman simetrik değildir. Ancak açıklamanın nedensel nitelikte olduğu ilerlemiş bilim dallarında iki çıkarım tipinin yapısal yönden özdeş olduğu da inkâr edilemez. Fark mantıksal değil, sadece çıkarımın yönündedir. Açıklamada hareket noktası açıklanmaya muhtaç gözlemdir; açıklama bu gözlemi beklenir hale getiren açıklananlar bulununca tamamlanır. Ön-deyide ise, hareket noktası ilk koşulların gözlemi ile bu koşulları başka bir gözlemi bekleyişimizin dayanağı kılan genellemelerdir. Aşağıdaki çıkarım kalıplarında bu fark oklarla gösterilmiştir:



Görüldüğü gibi, açıklama E sonucunu içeren öncülleri bulma, ön-deyi ise verilen öncüllerden E sonucunu çıkarma eylemidir. Bu fark buluş bağlamı ile ilgili olup doğrulama mantığını etkileyici nitelikte değildir.

X. BÖLÜM

BİLİMSEL YASA KAVRAMI

Yasa Kavramı

“Bilimsel Yasa” sözü her zaman aynı anlamda kullanılmadığı için basit bir tanımla işe başlamak güçtür. Gerçekten birbirinden oldukça farklı şeylere bilimsel yasa dendiğini görmekteyiz. Ancak çeşitli kullanış ve uygulamalarda ortak nokta olarak “genelleme” özelliğini bulmak mümkündür. Demek ki, bilimsel yasa her şeyden önce bir genellemedir. Ama nasıl bir genelleme? Şu örneklere bakalım:

5. Bekarlar evli değildir.

6. Bu bahçedeki elmaların hepsi kırmızıdır.

7. Serbest bırakılan cisimlerin düşme hızı ağırlıkları ile doğru orantılıdır.

8. Bütün metaller yeterince ısıtıldığında genleşir.

9. Bir dış gücün etkilediği herhangi bir cismin hızı, o güçle doğru orantılı ve aynı yönde değişir.

10. Her yıl dünyaya gelen çocukların aşağı yukarı yarısı erkektir.

11. Radyo-aktif bir maddedeki atomların yaklaşık yüzde ellisi 1700 yıllık bir süre içinde çözüntüye uğrar.

12. Dünyamız güneş sisteminde bir gezegendir.

Sonuncusu dışında bu önermelerin hepsi birer genellemedir. Sonuncu önerme tek bir olguyu (dünyamızın gezegen olduğu olgusunu) betimlediği için genelleme niteliği taşımamaktadır. İlk yedi örnekten de görüldüğü üzere, genelleme niteliği taşıyan bir önerme tek bir olgu veya nesneyi değil, bir olgular veya nesneler grubunun tümünü veya hiç değilse bir bölümünü kapsamaktadır. Ancak bu genellemeler arasında da önemli farklar vardır. Birinci genelleme analitik bir önerme olup olgusal içerikten yoksundur.

Gerçekten “Bekarlar evli değildir”, önermesi “Bekârlar bekârdır”, demekten başka bir şey ifade etmemektedir. Bu tür tanım gereği veya biçimsel olarak doğru olan önermelerin bilimsel yasa niteliği taşıdığı söylenemez.

İkinci önerme biçim yönünden genelleme niteliğinde görünmekle birlikte, aslında gerçek genelleme niteliğinde değildir. Gerçek bir genelleme kapsamı yönünden belli bir zaman veya belli bir yerle sınırlı olamaz: kapsanan nesneler ister bir grubun tümü ister bir bölümü olsun hiç değilse potansiyel olarak sınırsız olmak gerekir. Oysa, “Bu bahçedeki elmalar...” ifadesinden de anlaşılacağı üzere önermenin kapsadığı nesneler belli bir yerle sınırlı tutulmuştur. Bu türden önermelerin de bilimsel yasa niteliğinde olduğu kolayca ileri sürülemez.

Üçüncü önerme hem olgusal içerikli hem de kapsadığı nesneler bakımından sınırlı olmadığı için “bilimsel yasa” denmeye elverişli bir genellemedir. Ne var ki, bu genellemeyi de yasa sayamayız, çünkü dile getirdiği sav doğru değildir. Aristoteles fiziğinde doğru kabul edilen bu önerme Galileo tarafından deneysel yoldan çürütülmüştür. Galileo serbest düşmedeki hızlanmamım (ivme) sabit olduğunu ve bunun cisimlerin kütle veya ağırlıkları ile değil, düşme zamanının karesiyle orantılı olduğunu göstermiştir.

Buraya kadarki çözümlemeden çıkan sonuca göre “bilimsel yasa” kavramını oluşturan öğeleri,

(a) Genelleme,

(b) Olgusal içerik,

(c) Doğruluk,

diye ayırt edebiliriz. Buna göre “bilimsel yasa”yı (bazen “doğa yasası” da denmektedir), “şimdiye kadar tüm gözlem veya deney sonuçları tarafından doğrulanmış, olgusal içerikli genelleme” diye tanımlamak mümkündür. Bu tanıma uydukları için örnek 4, 5, 6, ve 7'deki genellemeleri birer bilimsel yasa sayabiliriz.

Örnek 4, 5, 6, ve 7'deki genellemeler yakından incelendiğinde bunların çeşitli yönlerden farklı olduğu görülür. Nitekim, örnek 4 ve 5 evrensel, 6 ve 7 istatistiksel nitelikte genellemelerdir. Öte yandan, örnek 4 ve 6 gözlem

düzeyinde, 5 ve 7 ise teorik düzeyde birtakım ilişkileri ifade eden önermelerdir. Bu ayrımları kapsayan iki boyutlu bir sınıflama aşağıda verilmiştir:

Kapsam Yönünden

Evrensel
İstatistiksel

Dilsel Düzey Yönünden

Gözlemsel

Bütün metaller yeterince ısıtıldığında genleşir.
Her yıl dünyaya gelen çocukların yaklaşık yarısı erkektir.

Teorik

Bir dış gücün etkilediği bir cismin hızı o güçle doğru orantılı ve aynı yönde değişir.
Radyo-aktif bir maddedeki atomların yaklaşık %50'si 1700 yıllık bir süre içinde çözüntüye uğrar.

Görülüyor ki, bilimlerde evrensel ve istatistiksel olmak üzere başlıca iki tür yasa vardır. Ayrıca, bu türlerden her biri kendi içinde gözlemsel ve teorik olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Daha önce de belirtildiği gibi evrensel nitelikteki bir genelleme, bir sınıfa giren ve sayısı sınırsız olan nesne veya olguların tümünü, istatistiksel genelleme ise gene aynı özellikte bir sınıf nesnenin bir bölümünü kapsamaktadır. Birinci tür genellemelerin genel biçimi,

A olan her şey aynı zamanda B'dir; veya,

Bir şey A ise, o şey aynı zamanda B'dir diye gösterilebilir. İkinci tür genellemelerin biçimi ise,

A olan şeylerin bir bölümü B'dir; veya,

Bir şey A ise, o şeyin B olma olasılığı % ......’dır diye ifade edilebilir.

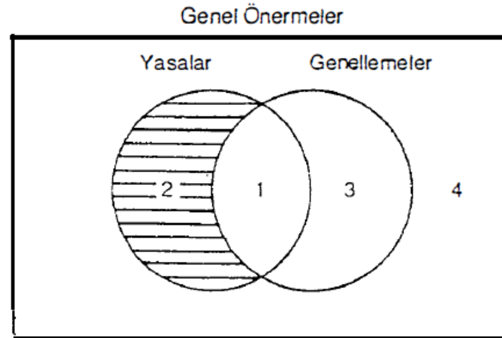
Dilsel düzey yönünden yapılan ayrıma gelince şu iki noktayı belirtmekle yetineceğiz:

13. Gözlemsel düzeyde ifade edilen genellemelerde geçen terimlerin tümü gözlemsel; teorik düzeyde ifade edilen genellemelerde geçen terimlerden hiç değilse biri teorik niteliktedir.

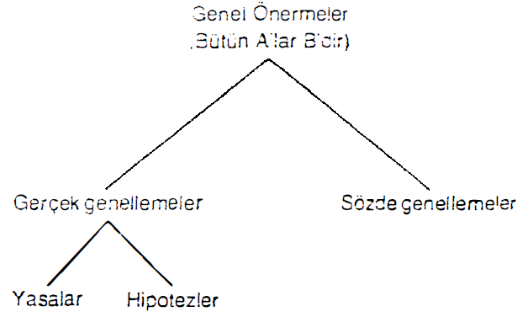
14. Gözlemsel, genellemelerin doğrulanması olgularla doğrudan bir karşılaştırmayı, teorik genellemelerin doğrulanması ise mantıksal sonuçlarının olgularla karşılaştırılmasını gerektirir.

Bu noktalar ileriki açıklamalarda daha fazla aydınlık kazanacaktır.

"Bilimsel Yasa" kavramını belirlerken, bir önermenin yasa sayılması için her şeyden önce o önermenin gerçek bir genelleme niteliğinde olması gerektiğini söylemiştik. Demek oluyor ki, bilimsel yasalar bilimsel genellemelerin bir alt grubunu oluşturmaktadır. Oysa tersini söyleyemeyiz; birçok genelleme ya henüz yeterince doğrulanmadığı, ya da bilimsel yönden önemli görülmediği için yasa sayılmamaktadır. Yasa ve genelleme kavramları arasındaki bu ilişki aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.



Konuşma evreni olarak genel önermeleri (yani biçimi, "Bütün A'lar B'dir" olan önermeleri) seçtiğimizde evrenin iki alt-sınıfını oluşturan yasalar ve genellemelerin ilişkisinden dört alt-grup meydana gelmektedir. Diyagramda 1 ile gösterilen alan yasalarla genellemelerin kesiştiği yer olup yasa niteliğindeki genellemeleri kapsamakta, 2 ile gösterilen ve boş olduğu taranarak belirtilen alan genelleme olmayan yasanın yokluğunu işaret etmekte, 3 ile gösterilen alan yasa niteliğini kazanmamış genellemeleri (bunlara "hipotez" de diyebiliriz), 4 ile gösterilen alan ise genelleme niteliğinde olmayan fakat biçimi yönünden genel önerme sayılan (örneğin, "Bu sepetteki yumurtaların hepsi tazedir.") önermeleri kapsamaktadır. Aynı ilişkileri şöyle gösterebiliriz:



Bu ayrımlardan da anlaşılacağı üzere, gerçek genellemelerden yeterince doğrulanmış olanlara “yasa”, henüz yeterince doğrulanmamış olanlara “hipotez” adını veriyoruz. Hipotezler üzerindeki açıklamayı daha sonraya bırakarak, şimdi gerçek genellemelerle sözde genellemeleri ayırmaya yarayan ölçüt üzerinde kısaca duralım.

Yukarda bir genellemenin kapsamına giren nesnelerin (hiç değilse potansiyel olarak) sınırsız olması gerektiğini, yoksa gerçek değil, sözde bir genelleme ile karşı karşıya olduğumuzu belirtmiştik. İlgi konumuz herhangi bir alanda hangi genellemenin gerçek, hangisinin sözde olduğunu çoğu kez ortak duyumuz belirlemeye yeter. Ancak bazı durumlarda daha nesnel nitelikte bir ölçüt kullanmak gerekebilir. Bilim felsefecileri arasında tartışma konusu olmakla birlikte, bu amaca hizmet etmeye elverişli olduğu genellikle kabul edilen bir işlemi kısaca şöyle belirtebiliriz:

“Bütün A'lar B'dir” gibi bir genel önermeyi ele alalım. Bu önerme, “olguya-karşın” bir çıkarıma elveriyorsa gerçek, böyle bir çıkarıma elvermiyorsa sözde genelleme diye ayırt edilebilir. “Olguya-karşın” (contraryto fact) bir çıkarımın biçimi ise şöyle ifade edilebilir:

Şayet, A olmadığı bilinen x, A
olsaydı, x aynı zamanda B
olacaktı.

Şimdi bu çıkarımın bir ölçüt olarak uygulanmasını örnekle gösterdim:

“Bütün metaller elektrik iletkenidir,”

genel önermesi gerçek bir genellemedir; çünkü bu genelleme şu “olguya karşın” çıkarıma elvermektedir:

Eğer şu değnek metal olsaydı,

elektrik iletirdi.

Oysa sözde bir genelleme olan şu genel önermenin,

“Kitaplığımın üst gözündeki bütün
kitaplar romandır,”

“olguya-karşın” bir çıkarıma elverdiği iddia edilemez; çünkü

Şimdi elimde tuttuğum mantık kitabı kitaplığımın
üst gözünde bulunsaydı roman olurdu,

gibi ortakduyumuzun hemen reddettiği bir sonuç ortaya çıkmaktadır. “Elimdeki değnek metal olsaydı elektrik iletirdi” çıkarımı akla uygun düştüğü halde, “elimdeki mantık kitabının kitaplığın üst gözünde olması halinde roman olacağı” çıkarımı bize saçma gelmektedir.

Bilimde Yasa Oluşturma ve Dile Getirme

Bilimsel yasalar konu, biçim ve yapı yönünden çeşitli olduğu için bunları elde etme yolları da farklı olabilir. Bu farklı yolları kaba bir ayrımla indüktif, dedüktif ve retrodüktif olmak üzere üç grupta toplayabiliriz.

Her bilim dalında. özellikle az gelişmiş alanlarda, gözlemsel düzeyde genellemelere ulaşmanın başlıca yolu indüksiyon’dur. Gözlem veya deney verilerinde göze çarpan bazı düzenli ilişkilere dayanılarak bu ilişkileri gözlem dışı kalan nesneleri de kapsayacak biçimde genelleme indüktif çıkarımla sağlanır. Bilimdeki olgusal genellemelerin birçoğu, örneğin, Boyle'un gazlar yasası, Galileo'nun pandül, gel-git ve cisimlerin düşme yasaları, bu yoldan elde edilmiştir, denebilir.

Gözlemsel düzeydeki genellemelere dedüksiyon yolu ile de ulaşılabilir. Ancak bu amaca hizmet edecek bir teoriye ihtiyaç vardır. Başka bir deyişle, belli bir olgular kümesini kapsayan bir teoriden mantık veya matematik çıkarım kurallarından yararlanarak, o olgular arasındaki değişmez veya düzenli birtakım ilişkileri dile getiren genellemeler çıkarmak mümkündür. Çıkarılan bu genellemeler henüz gözlenmemiş bazı ilişkilerin ifadesi olabileceği gibi daha önce indüktif yoldan saptanmış ilişkilerin de ifadesi olabilir. Bilim tarihinde ikisi için de örnek vardır. Galileo ve Kepler’in

gözlem ve deney yoluyla ulaştıkları yasaların daha sonra kurulan Newton teorisinin birer dedüktif sonucu olduğu, Boyle'ın gazlar yasasının da aradan iki yüz yıla yakın bir zaman geçtikten sonra ortaya çıkan "gazların kinetik teorisi"nden gene dedüksiyonla elde edilebildiği gösterilmiştir.

"Retrodüktif" denilen üçüncü yola gelince, bu teorik nitelikteki genellemelerin bulunması ile ilgilidir. Gerçekten gözlem verilerine doğrudan dayanmayan birtakım teorik terimleri içine alan genellemelerin indüktif yoldan elde edilebilir olduğunu ileri sürmek güçtür[{46}]. Kuşkusuz bu tür genellemelere varsa daha üst düzeydeki teorilerden dedüksiyonla ulaşmak mümkündür. Örneğin, Newton teorisinin daha kapsamlı Einstein teorisinin özel bir hali sayılması gibi. Ancak bilim tarihi bu gibi çıkarımların daha sonraki bir iş olduğunu, kapsamı dar teorilerin zaman bakımından daha üst-düzeydeki teorilerden önce kurulduğunu göstermektedir.

Retrodüktif çıkarımın mantıksal yapısı açık ve kesin olarak belirtilmiş olmamakla birlikte, şu kadarı söylenebilir: Beklenmeyen (mevcut varsayım veya teorilere aykırı düşen) bir olgu karşısında, bilim adamı gözlemden gelmeyen, fakat gözlem verilerindeki tüm ilişkileri açıklama gücünde görünen teorik düzeyde yeni bir ilişki tasavvur eder. Tasavvur edilen bu ilişki dile getirildiğinde bir genelleme biçimi alır. Örneğin, evrensel çekim yasası böyle bir genelleme türündedir. Çekim yasasında tasavvur edilen ve kütleler arasındaki çekim kuvveti diye nitelenen ilişki doğrudan gözlem konusu olmamakla birlikte gözlem konusu pek çok olguları açıklama ya da öndeme olanağını sağlamıştır.

Bilim adamlarının olguları veya olgusal ilişkileri açıklamak amacı ile başvurdukları teorik kavramları gözlem verilerinden gelmediğine göre insan zekâsının serbest yaratma gücüne bağlayanlar yanında bunları bulmanın da kendine özgü bir mantığa dayanabileceği tezini savunanlar da vardır (bkz. EK: 8 — Buluş Mantığı, N. R. Hanson)

Buna ilişkin bir soru da bilimsel yasaların belli bir ifade biçimlerinin olup olmadığıdır.

Bu soruya kısaca "hayır" diye yanıt verebiliriz. Bir genellemenin ifade biçimi, ilişkin olduğu alanın ne derece ilerlemiş olduğuna bağlıdır. İnceleme

konusu olgu veya nesneleri tanıtlama ve sınıflamadan ileri geçememiş alanlarda saptanan olgusal ilişkiler genellikle günlük dilin kalıpları içinde ifade edilir. Daha ileri bilim kollarında gerek olgusal ilişkilerin, gerekse bunları açıklamak amacı ile ortaya konan teorik ilişkilerin ifadesi için matematiksel ifade kalıplarından yararlanılır. Matematik dilin sağladığı açıklık, kesinlik ve kısalık özelliklerinden dolayı, her bilim kolunun, bulgularını elden geldiğince matematiksel formül veya denklemlerle ifade çabası içinde olması doğaldır.

Kuşkusuz matematiksel olarak ifade edilebilen bir genellemeyi günlük dilde, veya grafikle de ifade edebiliriz. Örneğin, cisimlerin serbest düşmesi ile ilgili yasayı ele alalım. Günlük dildeki ifadesi:

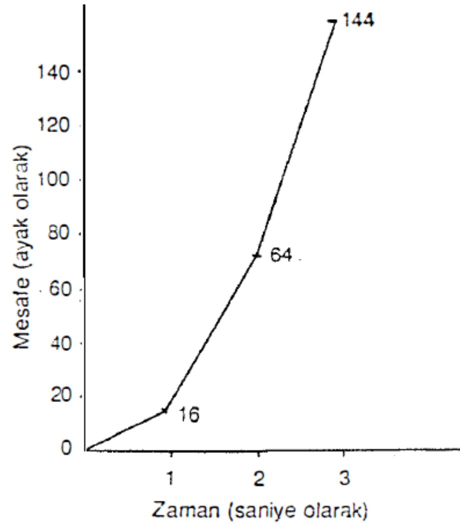
> Serbest düşen herhangi bir cismin düştüğü mesafe,
> düşme zamanının karesi ile değişir.

Matematiksel ifade:

$$s = l/2gt^2$$

(Denklemde, s düşme mesafesini, t düşme zamanını, g sabit bir değer olup yerçekimi ivmesini temsil etmektedir.)

Grafikle ifade:



Yukardaki ifade biçimlerinde de görüldüğü gibi, bilimsel bir genelleme iki veya daha fazla değişken (büyüklük) arasında değişmez bir ilişkiyi dile

getiren bir önermeden başka bir şey değildir. Ancak ifade biçiminin matematiksel olması için söz konusu değişkenlerin (örneğimizde “mesafe” ve “zaman”) kantitatif olması gerekir. Değişkenlerin aralarındaki ilişki biçimi genellemeyi temsil eden matematiksel denklemin biçimini belirler.

Örneğimizde s ve t değişkenleri fonksiyonel bir ilişki içinde olduklarından (s'nin büyüklüğü, t'nin büyüklüğüne bağlı olduğundan) aralarındaki bu ilişkiyi daha genel olarak şöyle ifade edebiliriz:

$$s = f(t)$$

Aynı genellemenin çeşitli ifade araçları ile dile getirilmesi cisimlerin serbest düşme yasasına özgü değildir. Başka bir örnek olarak Boyle’un gazlar yasasına bakalım. Günlük dildeki ifadesi:

> Bir gazın oylumu (sıcaklığı sabit kalmak koşulu ile)
> üzerindeki basınçla ters orantılı olarak değişir.

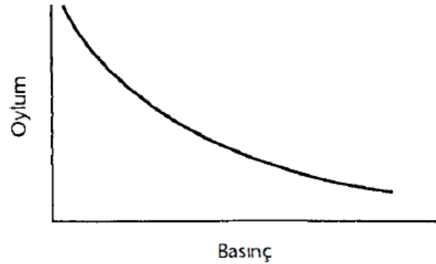
Bu genelleme üç değişken arasında bir ilişkiyi dile getirmektedir: Oylum, basınç ve sıcaklık. Aralarındaki ilişkiyi de “ters orantılı bir değişme” diye nitelemektedir.

Matematik dildeki ifadesi:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \text{ veya } PV = C$$

Denklemde P basıncı, V oylumu, temsil etmekte, C ise sabit bir değer yerini tutmaktadır.)

Grafikle ifadesi:



İfade biçimi ne olursa olsun, bir bilimsel yasa hiçbir zaman tam kesinlik kazanmış sayılamaz. Bunun başta gelen nedeni, yasanın ilişkin olduğu değişkenlerin (büyüklük) ölçümünde az veya çok bir miktar hatadan

kurtulunamamasıdır.

Başka önemli bir neden de her yasanın ancak belli sınırlar içinde doğru sayılabileceğidir. Örneğin, “Su l 00°C’de kaynamaz; daha da önemlisi aynı su değişik yüksekliklerde başka başka sıcaklıklarda kaynar. Bunun gibi, Boyle'un gazlar yasasının da her türlü koşullarda doğru olduğu söylenemez. Nitekim, 31°C altında karbondioksit gazına uygulandığında yanlış olduğu görülmektedir.

Demek oluyor ki, herhangi bir yasanın uygulama alanı az veya çok daima sınırlıdır. Bir çeşit sınırlamaya gitmeksizin yasaların ifadesi veya uygulanması her zaman yanıltıcı olabilir, bizi yanlış sonuçlara götürebilir.

Öte yandan bazı yasaların doğruluk koşulları gerçek dünyada değil, ancak “ideal” planda veya tasavvurda var sayılabilir. Örneğin cisimlerin serbest düşme yasası, düşmeye karşı hava direnimini, “eylemsizlik ilkesi” denilen hareketin birinci yasası da her türlü yavaşlatıcı veya hızlandırıcı dış nedenleri yok saymaya dayanır[47]. Doğrulukları ideal koşullara bağlı olan bu gibi yasaları gerçek dünyada doğrulama yoluna gittiğimizde gözlemlerimizle tam uygunluk halinde olmadıklarını göreceğiz. O halde bunların da ifade veya uygulanmasında bağlı oldukları koşullara göre sınırlanmaları gerekir.

Kısaca demek gerekirse, birtakım koşullara bağlı olmaksızın doğruluğu mutlak ve evrensel olan doğa yasaları yoktur; hiç değilse bu nitelikteki yasalara ulaşma bilimsel bir olanak gibi görünmemektedir.

Bilimsel Yasaların işlevi

Her bilim dalında başta gelen çaba, inceleme konusu olgular veya olgu kümeleri arasında ilişkiler bulmak ve bu ilişkileri bazı teorik kavramlara giderek açıklamaktır. Bulunan ilişkileri genelleyerek dile getirmek bizi olgusal yasalara, bu ilişkileri açıklama amacı ile tasavvur edilen teorik ilişkileri ifade ise bizi üst-düzeyde, açıklama gücü taşıyan teorik yasalara götürür. Bu nedenledir ki, bazı düşünürler doğa yasalarını bulmayı ve dile getirmeyi bilimin tek amacı olarak görmüşlerdir. Bu görüşü aşırı bulup paylaşmasak bile, yasaların bilimdeki önemini küçümsemeye olanak yoktur.

Yasaların bilimde başlıca iki işlevi vardır. Biri, çok sayıda ve ilk bakışta dağınık görünen olguları düzenli bir ilişkiye bağlamak ve tek bir önerme ile ifade etmek. Öyle ki, dalından kopan elmanın yere düşmesi ile bir uydunun veya gezegenin yörüngesindeki hareketi gibi birbirinden çok farklı olguları aynı ilke veya kavram altında toplamak mümkün olsun. Ernst Mach ve Karl Pearson gibi bilim adamları için bilimsel yasa veya genellemelerin asıl ve tek işlevi işte böyle toplayıcı ve "ekonomik" betimlemelere olanak vermeleridir. Pearson, örneğin, evrensel çekim yasasının anlam ve görevini şöyle belirtmektedir:

> *Yerçekimi yasası, evrendeki her parçacığın diğer herhangi bir parçacığa göre nasıl hareket ettiğini kısaca betimlemektedir. Yasa bize parçacıkların niçin böyle hareket ettiklerini, örneğin, dünyanın neden güneş çevresinde belli bir eğri çizdiğini, söylememektedir. Sadece, birkaç kısa sözcük ile dağınık görünen pek çok olgu arasındaki ilişkiyi özetlemektedir*[48].

Daha önce de işaret edildiği üzere bu görüş tek yanlı ve eksiktir. Bilimsel genellemelerin, özellikle teorik nitelikteki genellemelerin, olguları belli ilişkilere bağlayıp özetleme işlevleri yanında bu olguları ve ilişkileri açıklama işlevleri de vardır. Pearson'ın iddiasının tersine, evrensel çekim yasası yalnız evrendeki nesnelerin birbirine göre nasıl hareket ettiklerini betimlemekle kalmamakta, bunları açıklamaktadır da. Nitekim, dünyanın güneş çevresinde belli bir eğri çizerek dönmesi, evrensel çekim yasası ve bazı ilk koşulların gözlemi karşısında *beklenen* bir olgudur.

"Bilimsel yasa" kavramına klasik mekanikteki işlevi açısından bakan Heitler, Newton'u, "diferansiyel", "nedensel" ve "belirleyici" diye nitelediği yasaların gerçek bulucusu sayarak bu konudaki çözümlemesini şöyle sürdürmektedir.

> *Hareketin ikinci yasasım ele alalım: Bir cismin hareketi öyledir ki, her anki ivmesi (yani birim zamandaki hız değişimi) cisme uygulanan gücün, cismin kütlesine bölümüne eşittir. Böylece, hareket yalnızca bir andan öbürüne belirlenmektedir. Öyle ise söz konusu yasa diferansiyeldir. Hızdaki her değişim için güç dediğimiz zorlayıcı bir neden*

> *vardır. Bu da yasanın nedensel olduğunu gösterir. Cismin aldığı yoldaki tüm hareketi, bu anlık değişimlerin toplanmasıyla elde edilir. Eğer, (1) uygulanan güç biliniyorsa, (2) cismin konum ve hızının belli bir ilk andaki değerleri verilmişse, izlenen yörünge tam bir kesinlikle hesaplanabilir. Bunlara başlangıç koşulları diyoruz. Bu durumda gelecek tümüyle belirlenebilir olmaktadır. Öyleyse, yasa belirleyicidir. Yasanın büyük gücü de işte bu belirleyicilik özelliğinde yatmaktadır. Newton'dan 1925'e kadar fiziğin nedensel ve belirleyici türden yasalara bağlı kalmasına bu yüzden hayret etmemeliyiz*[49].

Bilimsel yasaları, ne olguları betimleyen ne de açıklayan genellemeler değil, bir tür çıkarım kuralları sayan bir görüşe de kısaca değinmeliyiz[50]. Buna göre, yasa niteliğindeki genellemeler olgusal içerikli önermeler değildir. Bu nedenle bilimdeki görevleri de ne betimleme ne de açıklama olarak nitelenemez. Olsa olsa, bu genellemeler olguları betimleme ve açıklama girişimlerini düzenleyen, gerçek dünyayı inceleme ve anlama çabamızda bize yol gösteren birtakım ilke ve kurallardır. Bunları “doğru”, “yanlış” veya “olası” bile saymak yerinde olmaz. Yasa diye benimsenen genellemeler doğru oldukları için değil, düzenleyici işlevleri yönünden etkili veya yararlı görüldükleri için benimsenmiştir.

Küçük bir azınlık olmakla birlikte, bu görüşü temsil edenlerin, bilimsel yasa kavramının farklı yorumlara elverişli olduğunu göstermekle önemli bir noktayı su yüzüne çıkardıkları söylenebilir.

X.BÖLÜM

HİPOTEZ DOĞRULAMA

Hipotez Kavramı

Bundan önceki bölümde bilimin, gerek gözlem konusu olguları birbirine bağlama, gerek bu bağları (olgusal ilişkileri) açıklama yolunda birtakım genellemelere gittiğini belirtmiş; ulaşılan genellemelerden tüm gözlem ya da deney sonuçları karşısında doğrulanmış olanlara, “yasa”, henüz doğrulanmamış ya da yeterince doğrulanmamış olanlara ise “hipotez” demiştik. Ancak buradan hipotez niteliğindeki önermelerin birtakım genellemelerden ibaret olduğu sonucu çıkarılmamalıdır. Hipotezler arasında genelleme biçiminde olmayan, tek bir olgu veya nesneye ilişkin olanlar da vardır. Örneğin, doğruluğu artık pek şüphe konusu olmayan, ama bilim tarihinde uzun süre bir hipotez işlemi gören,

Dünya yuvarlaktır,

önermesi bir genelleme değildir. Bir önermeyi hipotez yapan nitelikler arasında şu ikisi en başta gelir:

(1) Doğru olup olmadığının bilinmemesi.

(2) Doğrudan test edilebilir olmaması.

Birinci nitelik yönünden olgusal önermelerin büyük çoğunluğunu, bu arada yasalar dahil tüm genellemeleri, hipotez sayabiliriz. Gerçekten, doğrudan algı verilerimizi dile getiren, “elimdeki kalem mavidir”, “bu soba sıcaktır”, “dokunduğum masa serttir”, gibi önermeler dışında kalan önermelerin doğru veya yanlış olduğunu kesinlikle bildiğimizi veya bilebileceğimizi ileri sürmek güçtür. Yukardaki örneğimize dönelim: Tüm gözlemlerimiz dünyanın yuvarlak olduğunu kanıtlayıcı niteliktedir. Nitekim, dünyayı yuvarlak varsaydığımız zaman birçok gözlemlerimiz “beklenir” nitelik kazandığı halde; başka türlü, örneğin bazı kişilerin hâlâ sandığı gibi düz, kabul ettiğimiz zaman bu gözlemlerin hemen hepsi şaşırtıcı kalmaktadır.

Ama gene de, dünyanın yuvarlak olduğunu, dokunduğumuz masanın sert olduğunu ileri sürdüğümüz kadar kesinlikle ileri sürebilir miyiz? Denebilir ki uzaydan çekilen fotoğraflar kesin bilgi için yeterli kanıtları sağlayıcı niteliktedir. Ancak bu fotoğraflarda görünen şey nedir? Dünyanın yuvarlaklığı mı, yoksa bizi o yargıya götüren iki boyutlu bir biçim mi? Hiç şüphesiz, "gördüğümüz" dünyanın yuvarlaklığı degil, çemberimsi bir biçimde olduğudur. Dünyanın yuvarlaklığı doğrudan bir algı verisi değil, olsa olsa algı verilerine dayanan bir çıkarımdır.

Aynı şekilde, olgusal düzeydeki genellemelerimizin de birer çıkarımdan ibaret olduğunu biliyoruz. "Sabit sıcaklıkta gazların basınç ve hacimleri ters orantılı olarak değişir", genellemesini ele alalım. Bu genellemenin kapsamı gazlar üzerindeki tüm gözlemlerimizi aştığına göre, doğruluğundan nasıl kesinlikle emin olabiliriz?

Bu açıklamadan da anlaşılacağı üzere, herhangi bir önerme (bir genelleme biçiminde olsun veya olmasın), doğruluğu bilindiği ölçüde hipotez olmaktan çıkmakta, bilimsel bir gerçek veya yasa niteliği kazanmaktadır. Ancak bu ayrım kesin değil dereceye bağlı bir geçişten ibarettir. Elimizdeki kanıtların sayı ve niteliğine göre bir zaman hipotez saydığımız bir önermeyi, şimdi bilimsel bir gerçek veya doğa yasası sayabiliriz.

Demek oluyor ki, hipotez birtakım olguları açıklama vaadi taşıyan, doğru göründüğü halde doğruluğu kesinlikle henüz bilinmeyen bir önermedir.

Yukarda verdiğimiz tanını gereğince bütün genellemeleri hipotez saymamız gerekir. Ne var ki, bir önermeyi hipotez yapan iki nitelikten birincisi üzerine kurulan bu tanım gereğinden fazla geniş görünmektedir. Hipotez sayacağımız önermede, önermenin doğru olup olmadığının bilinmemesi yanında, doğrudan test edilebilir olmaması koşulu da aranırsa, tüm gözlemsel önermelerle birlikte betimleyici (alt-düzeydeki) genellemeleri de hipotez sayma olanağı ortadan kalkar. Çünkü, gözlemsel önermeler gibi betimleyici genellemeler de ilişkin oldukları olgularla doğrudan karşılaştırılarak test edilir.

O halde tanımımızı şöyle değiştirmek yerinde olur:

Hipotez birtakım olguları açıklama gücünde görünen ve doğrudan test edilemeyen bir önermedir.

Bu tanıma göre torik nitelikteki tüm önermeler (örneğin, “Bir nesnenin kütlesi hızı ile birlikte artar”, “Hava, içindeki nesneler üzerinde basınç yapar”; “Gazlar, sürekli ve gelişigüzel hareket halinde bulunan moleküllerden meydana gelir”; “Radyoaktif nesnelerin atomlarının yarısı belli bir sürede (1700 yıl) çözüntüye uğrar” gibi) birer hipotezdir. Bunlardan genelleme biçiminde olup yeterince doğrulanmış bulunanlara açıklayıcı (explanatoıy) veya kuramsal (teorik) yasa gözüyle bakılmaktadır.

Bilimde belli olguları açıklama vaadi taşıyan hipotezler bulmak önemlidir; ancak bundan daha önemli olanı almaşık (alternatif) hipotezler arasından “iyi”sini seçmektir.

Herhangi bir konuda pek çok hipotez ileri sürülebilir. Örneğin, kanserin nedeni üzerinde her biri bir hipotez sayılabilecek çok şeyler söylenmiş, hâlâ da söylenmektedir. Sigara, alkollü içkiler, hava kirlenmesi, büyük ve kalabalık kent yaşamı, kafa yorgunluğu, endişe, doğadan uzaklaşma, kalıtsal özellikler, sinsi bir virüs, cin çarpması, kötü veya kem göz, Tanrının gazabı... gibi akla gelen ve gelmeyen bir yığın iddia. Bütün bunlar karşısında sorumlu bilim adamı ihtiyatlı kalmak, dikkatini ancak belli ölçülere uyan hipotezler üzerinde toplamak zorundadır. Yoksa, hiçbir sonuç vermeyecek birtakım hayal ürünü nedenler veya dayanaksız tahminler üzerinde zaman ve enerjisini tüketmekten kurtulamaz.

Kuşkusuz bilim adamı hipotezini seçerken en başta kendi bilimsel deneyim ve sezgisine dayanacaktır. Yaratıcı ve disiplinli bir muhayyile, konu üzerindeki bilgi ve anlayışı hangi iddiaların verimli, hangilerinin kısır olabileceğini isabetle saptamasına yardım eden önemli faktörlerdir. Bu demektir ki, her duruma uyacak birtakım kurallar koymak olanaksızdır. Bununla birlikte, iyi bir hipotezi niteleyen bazı genel özelliklerden kısaca söz edebiliriz.

(a) İyi bir hipotez her şeyden önce ilişkin olduğu olguların tümünü kapsar ve hiç biriyle tutarsızlık göstermez. “Kanser sigaradan ileri gelmektedir”, iddiası zayıf bir hipotezdir; çünkü sigara içmeyenler arasında da kansere yakalananlar vardır.

(b) İyi bir hipotez genellikle eldeki bilgilerimizle çelişmez. Özellikle yerleşmiş, sağlam gözlem veya deney sonuçları ile doğrulanmış veya yasa

niteliği kazanmış genellemelerle bağdaşmayan hipotezleri kuşkuyla karşılamak gerekir. Örneğin kanseri cin çarpması, Tanrının gazabı veya kem gözle açıklamaya kalkmak, bilimin temel ilkelerinden birine (doğada gözlenen her olgu, gene doğada olan başka olguların veya koşulların sonucudur) aykırı düşmektedir.

(c) İyi bir hipotez basittir. Basitlik "kolay anlaşılan" anlamında değil, "en az varsayım gerektirme" anlamında yorumlanmalıdır. İki hipotezden, doğrulanması en az bağımsız varsayıma gereksinme göstereni tercih ederiz. Örneğin, Kopernik teorisinin Batlamyus (Ptolemy) teorisine üstünlüğü açıklama gücünden çok basitliğinden gelmektedir. Aynı olguları açıklamak için Batlamyus teorisinin başvurmak zorunda kaldığı bazı varsayımlar Kopernik teorisi için gereksizdir.

(d) Son olarak, iyi bir hipotez açıklama ve ön-deme gücü yüksek, aynı zamanda olgusal yoldan doğrulanmaya evlerişli olanıdır. Bir hipotezin doğrulanmaya elverişli olması, gözlem veya deney sonuçları ile doğrudan karşılaştırılma olanağı taşıyan birtakım mantıksal sonuçlar içermesi demektir. Başka bir deyişle, hipotez onu doğru saymamız halinde, gözlenebilir başka önermeleri de doğru sayma zorunluluğunu bize yükleyecek nitelikte olmalıdır.

Açıklama ve ön-deme gücüne gelince, bu hipotezin algılanmış olgulardan ne kadarını kapsadığı, henüz gözlenmemiş olgulardan ne kadarını içerdiği ile ilgilidir. Örneğin "Afyon uyuşturucu niteliğinden dolayı insanı uyutur", gibi bir hipotezin ne açıklama ne de ön-deme gücü vardır. Çünkü böyle bir önerme her şeyden önce olgusal içerikten yoksundur. Oysa, Newton'un evrensel çekim hipotezinin, elmanın yere düşmesinden, ayın dünya, dünyanın güneş çevresinde dönmesine: gel-git olayından gezegenlerin yörünge biçimlerine ve yörüngelerindeki sapmalara kadar pek çok sayı ve çeşitte olguları açıkladığını: henüz gözlenmemiş bazı gezegenlerin (örneğin, Neptün, Pluto, vb.) bulunmasına yol açtığını biliyoruz. Gerçek bilimsel gelişme, böyle güçlü hipotezlerin ortaya çıkmasına bağlıdır.

Hipotez Doğrulama

Hipotez doğrulama geniş anlamda bir kanıtlama işlemidir. Ne var ki, bu

işlemde olgusal verilerle mantıksal çıkarımın yerleri çoğu kez yeterince aydınlatılmadan bırakılan bir sorudur. Olgusal verilerin kanıt niteliği kazanması bu verilerle test edilen hipotez arasında mantıksal bir ilişkinin kurulmasını gerektirir. Bu nasıl olmaktadır?

Soruyu yanıtlarken, baştan beri yaptığımız bir ayrımı göz önünde tutmamızda yarar vardır. Her genelleme iki veya daha fazla değişken arasında değişmez, ya da belli bir ölçüde değişen, bir ilişkiyi dile getirir. Bu ilişki gözlenebilir türden bir ilişki ise genelleme betimleyici (alt-düzeyde), gözlenebilir türden değilse, genelleme açıklayıcı veya teorik (üst-düzeyde) bir genellemedir. İkinci tür genellemelerden henüz yeterince doğrulanmamış olanlara "hipotez", yeterince doğrulanmış olanlara ise "açıklayıcı yasa" dendiğini yukarda belirtmiştik.

Betimleyici genellemelerde "hipotez" dediğimiz açıklayıcı genellemeler ayrımı birçok yönlerden olduğu gibi doğrulama işlemi yönünden de gözden kaçmaması gereken bir noktadır. Çünkü, iki tür genellemenin doğrulanmasında izlenen işlemler birbirinden temel diyebileceğimiz bazı farklarla ayrılmaktadır.

Önce kısaca betimleyici genellemenin doğrulanma işlemini gözden geçirelim. Bilindiği gibi betimleyici genellemeler, sınırlı sayıda gözleme dayanan birer indüktif çıkarımlardır. Bu tür çıkarımları niteleyen en önemli özellik, genellemede geçen terimlerle genellemenin dayandığı gözlemsel önermelerde geçen terimlerin aynı olmasıdır. Bu özellik betimleyici bir genellemenin doğrudan test edilebilir olmasına olanak verdiği için önemlidir. Örneğin.

"Bütün kuğular beyazdır."

genellemesini ele alalım. Bu genelleme bir nesnenin kuğu olması ile beyaz olması arasında değişmez bir ilişkiyi dile getirmektedir. O halde, kuğu olan bir nesnenin aynı zamanda beyaz olduğunu saptayan her gözlemimiz genellemeyi doğrulayıcı bir kanıt sayılır. Şimdi, tüm gözlemlerimizin, kuğu olan nesnelerin, aynı zamanda beyaz olduğunu gösterdiğini varsayalım. Söz konusu genelleme geniş ölçüde (belki de yeterince) doğrulanmış sayılacaktır. Ne var ki, "tüm gözlemlerimiz" olası gözlemlerin ancak bir bölümü olduğundan, genellemenin artık bir daha yanlışlanamayacağı

anlamını çıkaramayız. Doğrulayıcı gözlemlerimizin büyük sayıda olması kuşkusuz genellemenin doğru olma olasılığını yükseltir, ancak bu sayı ne kadar büyük olursa olsun yanlışlanma olasılığı hiçbir zaman ortadan kalkmaz[51].

Böylece doğrulama ve yanlışlama işlemleri arasında asimetrik bir ilişkinin olduğu gözden kaçmamaktadır: Çok sayıda pozitif (doğrulayıcı) gözlemler bir genellemeyi kesinlikle doğrulamaya yetmediği halde, tek bir negatif gözlem yanlışlamaya yetmektedir. Bu noktayı açıklığa kavuşturmak için.

Bütün A'lar B'dir.

biçimindeki genellemelerin aslında,

Bir şey B değilse. A değildir,

veya kısaca

B olmayan A yoktur,

demekten başka bir şey ifade etmediğini bilmeye ihtiyaç vardır. Gerçekten B olmayan bir A'nın gözlenmesi, "B olmayan A yoktur", iddiasını çürütmek için yettiği halde, gözlenen tüm A'ların (bu gözlemlerin sayısı sınırlı olmakla birlikte çok büyük olabilir) aynı zamanda B olması, B olmayan bir A'nın yokluğunu göstermeye yetmez.

Betimleyici genellemelerin doğrulanması konusunda söylediklerimizi şu üç temel noktada toplayabiliriz:

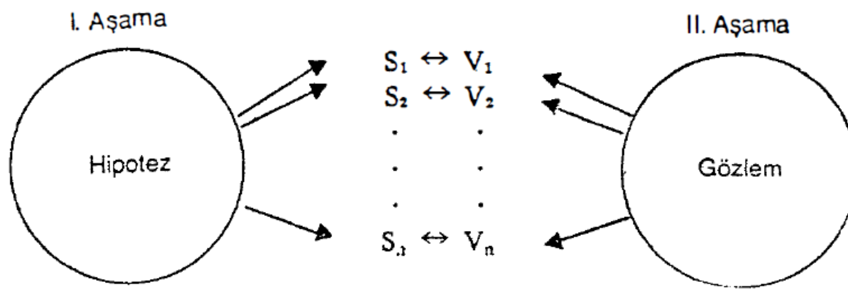
(1) Bir genellemenin doğrulanması, doğrulayıcı gözlemlerin sayısından çok, yanlışlayıcı bir gözleme rastlanmamasına bağlıdır. Her doğrulayıcı gözlem, ancak genellemenin doğruluk olasılığını artırır, yoksa onu ispatlamaz.

(2) Doğrulayıcı gözlemler, ne kadar çok olursa olsun, bir genellemeyi kesinlikle doğrulamaya yetmediği halde, tek bir yanlışlayıcı gözlem çürütmeye yetmektedir.

(3) Betimleyici bir genellemenin doğrulanması, ilişkin olduğu gözlemler veya bu gözlemleri dile getiren önermelerle doğrudan bir karşılaştırma işlemine dayanır.

Hipotez tanımı gereğince doğrudan test edilebilir bir önerme olmadığından,

herhangi bir hipotezin doğrulanmasında ilk adım hipotezden olgularla karşılaştırmaya elverişli birtakım mantıksal sonuçlar çıkarmadır. Bu demektir ki, bir hipotezin dağrulanma işlemi, olgusal genellemelerde olduğu gibi, hipotezle ilişkin olduğu gözlem verileri arasında doğrudan bir ilişki kurma biçiminde değildir. Bir hipotezin doğrulanması dolaylı bir işlem olup iki farklı aşamayı içine almaktadır. İlk aşamada hipotezden olgusal yoldan test edilebilir sonuçlar çıkarmak, ikinci aşamada bu sonuçları ilişkin gözlem veya deney sonuçları ile karşılaştırmak yoluna gidilir. Aşağıdaki diyagram bu iki aşamalı işlemi canlandırma amacı ile verilmiştir:



Diyagramda, “S_1, S_2, ..., S_n” hipotezden elde edilen mantıksal sonuçları. “V_1, V_2, ..., V_n“ ise gözlem veya deney verilerini, “↔” işareti ise iki önerme grubunun karşılaşımını göstermektedir. Karşılaşım sırasında S türünden her önermenin V türünden bir veya daha fazla önerme ile kanıtlanması (veya belgelenmesi) test edilen hipotezin doğruluk olasılığını yükseltir; ancak bu kanıtlamaların sayısı ne olursa olsun hipotezin doğruluğu hiçbir zaman kesinlikle ispatlanmış olmaz. Öte yandan, S türünden herhangi bir önermenin gözlem sonuçlarına ters düşmesi halinde hipotez yanlışlanmış olur.

Bir hipotezin testi (ister olumlu ister olumsuz sonuçlansın) daima bir çıkarım (argument) biçimindedir. Aşağıdaki simgesel kalıp bizi hipotezi kabule götüren çıkarımı vermektedir[52]:

(1) H ⟶ S
(2) S
____
(3) ∴ H

[Bunu kısaca şöyle okuruz: Hipotezimiz doğru ise, onun mantıksal sonucu

S de doğru olmak gerekir (1); gözlem verileri S'yi doğrulamaktadır (2); o halde, hipotezimiz doğrudur (3).]

Bilindiği gibi bu biçimdeki bir çıkarım mantıksal yönden geçersizdir. Başka bir deyişle ilk iki önermenin doğruluğu üçüncü önermenin doğruluğunu içermemekte veya zorunlu kılmamaktadır. (1) ve (2) doğru olduğu halde (3) yanlış olabilir. Ne var ki, mantıksal geçersizlik bilimsel geçersizlik demek değildir. Her ne kadar öncüller sonucu zorunlu kılmamakta ise de doğruluk olasılığını yükseltmektedir. S'yi olguların kanıtlaması hipotezimize güvenimizi artırmıştır. Bilim bu tür çıkarını veya yargılama yolundan giderek hipotezleri doğrular, doğa yasalarına ulaşmaya çalışır.

Sonuçta hipotezin reddine bizi götüren çıkarım şu biçimi almaktadır:

(1) $H \longrightarrow S$
(2) $\sim S$

---

(3) $\therefore \sim H$

(Bunu şöyle okuruz: Hipotezimiz doğru ise, onun mantıksal sonucu olan S de doğru olmak gerekir. Oysa S, olgu verilerine ters düşmüş, doğrulanmamıştır. O halde, hipotezimiz doğru değildir.)

Bilindiği gibi bu biçimdeki her çıkarım mantıksal yönden geçerlidir. Çünkü, bu çıkarımda öncüllerin doğruluğu, sonucun da doğruluğunu zorunlu kılmaktadır. Bu demektir ki, birçok test sonucunun olumlu olması bir hipotezin doğruluğunu ispatlamaya yetmediği halde, tek bir sonucun olumsuz olması hipotezin yanlışlığını ispata yetmektedir. Görülüyor ki, betimleyici, genellemelerde olduğu gibi hipotezlerde de doğrulama ve yanlışlama simetrik işlemler değildir.

XII. BÖLÜM

BİLİMDE NEDENSELLİK İLKESİ

Nedensellik Kavramı

Bilimde olgular tek tek değil, birbirleriyle olan ilişkileri içinde incelenir. Kendi başına hiçbir olgu veya nesnenin bilimsel önemi yoktur. Bir olgunun bilim yönünden önemi başka bir olgu veya olgularla ilişkisinden ileri gelir. Bilim, ilk bakışta dağınık veya kopuk görünen olgular arasındaki ilişkileri izleme, bu ilişkileri dile getirip açıklama çabasıdır.

Şu kadar ki, olgular arasında gözlenen veya varsayılan ilişkiler hep aynı türden değildir. Bazıları, örneğin bir metalin ısınması ile genleşmesi arasındaki ilişki, gözlemseldir. Diğer bazıları, örneğin kütleler arasındaki çekim gücü, teorik niteliktedir. Bu ayrımla kesişen bir başka ayrıma göre de olgular arasındaki ilişkiler ister olgusal ister teorik nitelikte olsun değişmez veya evrensel olabilecekleri gibi istatistiksel de olabilir.

Bundan önceki bölümlerde olgular arasındaki ilişkileri dile getiren genelleme türlerinden ve bunları doğrulama işlemlerinden söz etmiştik. Fakat genellemelerin betimlediği veya açıkladığı bu ilişkilerin yapısal niteliği üzerinde durmamıştık.

Olgular arasındaki ilişki biçimleri çeşitli olmakla birlikte, gözden kaçmayan temel bir nokta bazı olguların diğer bazı olgulara yol açtığı gerçeğidir. Bazı ön koşulların daima veya çok kez aynı sonuçlara yol açtığını görüyoruz. Aslında doğada olup biten her şeyi diğer bazı şeylerin sonucu saymak, hiçbir olgu, süreç veya değişimi nedensiz kabul etmemek bilimin dayandığı varsayımlardan biridir. Hiçbir şey kendiliğinden meydana gelmez; her olgu kendisinden "sorumlu" başka bir veya daha fazla olguya bağlıdır. Örneğin, su kendiliğinden ne donar ne de kaynar. Her iki sonuç için de birtakım ön koşulların yer alması gerekir. Suyun donması için sıcaklığının belli bir düzeye düşmesine, kaynaması için belli bir düzeye çıkmasına ihtiyaç var. Her iki durumda da sıcaklık düzeyi donma veya kaynamanın ön-koşulu

veya nedenidir.

Neden ve sonuç birlikte giden ve duruma bağlı kavramlardır. Bir durumda neden olan bir olgu veya koşul başka bir durumda sonuç olabilir. Tersine bir durumda sonuç olarak beliren bir olgu başka bir durumda neden olabilir. Bir olgunun aynı zamanda hem sonuç hem de neden olması olanak dışı değildir. Örneğin, sıcaklığın düşmesi sürahideki suyun donmasına, suyun donması da sürahinin çatlamasına yol açabilir.

Öte yandan "neden" ve "sonuç" tanımları yönünden birlikte giden veya birbirine bağlı kavramları belirlemektedirler. Hiçbir olguyu, başka bir olguyu "sonuç" (veya "neden") diye belirlemeksizin, "neden" (veya "sonuç") diye belirlemeye olanak yoktur.

"X, Y'nin nedenidir", dediğimizde anlatmak istediğimiz şey nedir? Hemen belirtmeli ki bu soruya kesin bir yanıt vermek güçtür. Günlük konuşmada, "X, Y'nin nedenidir", ifadesinin,

X, Y'yi meydana getirir;

Y'nin oluşumundan X sorumludur;

X olmasaydı, Y de olmazdı;

gibi birbirine ilişkin ama farklı anlamlarda kullanıldığını görmekteyiz. Böyle-ce X'in bazen yeter koşul, bazen gerekli koşul, bazen de hem yeter hem de gerekli koşul anlamında kullanıldığı söylenebilir.

Bu noktaların ayrıntılarına girmeden önce, "Nedensellik" ile ilgili iki geleneksel görüşe kısaca değinmek yerinde olur.

Empirik görüş açısından, "X, Y'nin nedenidir," yargısı, X ve Y arasında gözlenen olgusal bir ilişkiyi betimlemedir. Gözlemlerimiz şimşek çakmasını gök gürültüsünün, sürtünmeyi ısının, gündüzü gecenin, sıcaklığın belli bir düzeye düşmesini donun izlediğini göstermektedir. Bütün bu hallerde gözleme konu olan veri düzgün ve değişmez bir geçişin olduğudur; ne zaman X ortaya çıkarsa, Y de çıkmaktadır. Gözlem konusu ilişki bir birlikte gitmeden ibarettir. "X, Y'nin nedenidir" demek,

"Y daima X'i izlemektedir," veya

“X ve Y daima birlikte gitmektedir,” demektir. “Nedensellik” sözünün bunun ötesinde bir anlamı yoktur.

Rasyonalist açıdan, bu görüş hem tek yanlı, hem de yüzeyde kalmaktadır. Tek yanlıdır, çünkü nedensellik ilişkisini tümüyle gözlemsel saymakta; yüzeyseldir, çünkü gözleme veri olmayan asıl temeldeki ilişkiye inmemektedir.

Rasyonalistler kuşkusuz nedensellik kavramında gözlemin payını inkâr etmemektedirler. Ama, kavramı yalnız gözlemsel verilere bağlamayı da yetersiz görmektedirler. Onlara göre, nedensellik ilişkisinin bir boyutu gözlemselse, ikinci boyutu gözlemi aşan, metafizik nitelikte “zorunlu bağıntı” diyebileceğimiz bir boyuttur. “Zorunlu bağıntı” boyutunu tanımadıkça olgular arasında gözlenen tüm ilişkileri nedensel sayma hatasından nasıl kurtulabiliriz? Eğer “nedensel” denilen ilişki iki olgunun birlikte gitmesinden ibaretse, gerçek ilişkilerle sözde veya eğreti ilişkileri nasıl ayırabiliriz? İki olgunun birlikte gitmesi gerçek nedensel bir ilişkiye bağlı olabileceği gibi, tümüyle rastlantı da olabilir. O halde, “X, Y'nin nedenidir.” demek, “X ve Y birlikte gitmektedir,” demekten ibaret değildir; “X ve Y zorunlu olarak birlikte gitmektedir” demektir. Görülüyor ki, rasyonalist açıdan, nedensel ilişki, gözlem konusu bir birlikte gitme ile gözlemi aşan bir zorunlu bağıntı içermektedir.

Empiristlere göre, “zorunlu bağıntı” kavramı metafizik nitelikte olup, bilimsel açıklama için gerekli değildir. Kuşkusuz gözlem konusu ilişkiler içinde eğreti ya da geçici olanlar vardır. Ancak bunları gerçek ilişkilerden ayırmak için “zorunlu bağıntı” gibi ne varlığı ne de yokluğu hiçbir zaman ispat edilemeyecek metafizik bir “nesne”yi tasavvur etmeye gerek yoktur. Kaldı ki, gözlem yolundan ayrılmaksızın bu ayrımı yapmak olanak dışı değildir.

Empiristler (örneğin, Hume ve onu izleyenler) “sürekli birlikte-gitme”nin nedensel ilişkiyi tümü ile kapsadığı, ayrıca “zorunlu bağıntı” gibi gözlenmesi ilkece olanaksız bir kavrama gitmenin gereksizliği kanısındadırlar. Eğreti ve gerçek ilişkilerin ayrımına gelince, bunun da gene gözlem dışında başka bir şeye başvurmaksızın yapılabileceğini ileri sürmektedirler. Bu konuda çağımız mantıksal empiristlerinden Reichenbach'ın söylediklerini örnek olarak gösterebiliriz:

Elektrik akımının manyetik ibreyi saptırdığını söylemek, her ne zaman bir elektrik akımı varsa, bir manyetik ibre sapması da daima vardır, anlamına gelir. "Daima" kelimesinin cümle içinde yer alması nedensel ilişkiyi rastlantıya bağlı ilişki türünden ayırmak içindir. Bir süre önce, gösterilen bir filmde bir kereste deposunun tam havaya uçurulduğu sırada, hafif bir deprem sinemayı sarsmış, seyirciler bir an perdedeki patlamanın bu sarsıntıya yol açtığı duygusuna kapılmışlardı. İki olgu arasında gerçek bir ilişkinin olmadığını ileri sürerken, gözlenen rastlantının tekrarlanamayacağı gerekçesine dayanırız.

Nedensel bir ilişkiyi rastlantıya bağlı bir ilişkiden ayıran özellik, tekrardan başka bir şey olmadığına göre, nedensel ilişkinin anlamı istisnasız bir tekrarın ifadesinden ibarettir: daha fazla bir anlam taşıdığını sanmak gereksizdir. Bir ilişkide nedenin sonuca gizli bir iple bağlı olduğu, sonucun nedeni izlemesi için zorlandığı düşüncesi kökeninde antropomorfik olup bir yana itilebilir; nedensel ilişki sadece eğer - o halde daima demektir. Şayet, perdede yer alan her patlama sırasında sinema daima sarsılırsa, o zaman ki iki olgu arasındaki ilişkiyi nedensel bir ilişki saymak gerekir[53].

"Nedensellik" deyince sadece istisnasız bir tekrarın söz konusu olduğu kolayca kabul edilebilir mi? Gece ile gündüzün birbirini izlemesi istisnasız tekrarın mükemmel bir örneğidir. Ne var ki, ikisi arasındaki ilişkinin nedensel olduğunu, başka bir deyişle gecenin gündüze, gündüzün geceye yol açtığını söylemek güçtür. Bu da gösteriyor ki. "sürekli birlikte gidiş" veya Reichenbach'ın deyimi ile "istisnasız tekrar" gerçek ilişki ile eğreti ilişkiyi birbirinden ayırmak için yeterli değildir.

Bu güçlük karşısında çağdaş empirist düşünürlerden bir kısım şöyle bir çözüm önermişlerdir: daha yüksek düzeyde bir ilişkinin özel hali olmayan veya olduğu gösterilemeyen her ilişkiyi nedensel saymak zorundayız. Örneğin gece ile gündüz arasındaki ilişkiyi daha genel bir ilişkiye bağlayamasaydık, nedensel saymamız gerekirdi. Nedensel saymayışımız, bu ilişkiyi daha genel nitelikte olan başka bir ilişkiye (yani kendi ekseni

etrafında dönen dünyamız ile ışık kaynağı olan güneş arasındaki ilişkiye) bağlayabilmemizden ileri gelmektedir. Bu demektir ki, bir ilişkiyi, onu dile getiren önermeyi sonuç olarak zorunlu kılacak öncüller bulununcaya kadar, nedensel kabul etmemiz gerekir. Başka bir deyişle, henüz açıklanmamış veya açıklanamayan her “sürekli birlikte gidiş” nedensel bir ilişki demektir.

“X, Y'nin nedenidir,” önermesi ile dile getirilen ilişkide X'i Y için nasıl bir koşul saymalıyız? X, Y için yeterli bir koşul mu, gerekli bir koşul mu, yoksa hem yeterli, hem gerekli bir koşul mudur?

Söz konusu önermeyi, “X varsa, Y de vardır” biçiminde yorumlarsak, X'i, Y için yeterli bir koşul sayıyoruz demektir. Buna göre, X'i gözlememiz, ayrıca Y’yi gözlemesek de, Y'nin varlığını kabul etmemiz için yeterdir. Öte yandan Y yoksa, X de yok demektir. Ne var ki X'in yokluğu, Y'nin de yokluğunu zorunlu kılmamaktadır. Aynı sonuç için ayrı ayrı yeterli birden fazla neden olabilir. Bunu basit bir örnekle göstermek için şimşek çakması ile gök gürültüsü ilişkisini göz önüne alalım: Ne zaman şimşek çaksa, gök gürültüsü meydana gelir. Bazen şimşeğin çaktığını gördüğümüz halde gök gürültüsünü duymayabiliriz. Kuşkusuz bu gök gürültüsünün meydana gelmediği demek değildir. Oysa, gök gürültüsü olmamışsa, şimşek de çakmamış demektir. Ama şimşek çakmamışsa, gök gürültüsü de yoktur, denemez. Gök gürültüsünü şimşekten başka şeyler de (örneğin, ağır top atışları, süpersonik uçaklar, roketler, vb.) meydana getirebilir.

Gözden kaçmaması gereken bir nokta, X'in Y için yeterli koşul olduğu hallerde, X'in bir tek olgunun değil, daha çok birtakım olguların birlikte oluşturduğu bir koşul olmasıdır. Örneğin, orman yangınına dikkatsizce atılmış yanar bir sigaranın yol açtığını söyleriz. Aslında bu gerçeği tam yansıtmamaktadır. Bir orman yangını için atılmış yanar bir sigara yeterli değildir: Başka bazı koşullara da ihtiyaç vardır. Yanar sigara sadece bir tutuşturma işi görür. Yangın için oksijen, hava esintisi, tutuşturmaya elverişli kuru ot veya çalı gibi şeyler de gereklidir.

“X, Y'nin nedenidir” önermesini, “X olmazsa, Y de olmaz” ya da “Ancak X varsa, Y de vardır,” biçiminde yorumlarsak X'i Y için gerekli bir koşul sayıyoruz demektir. Örneğin, oksijenin olmadığı yerde, yangın da olmaz; oysa bir yerde yangın varsa, mutlaka oksijen de vardır. Çünkü oksijen yangın için yeterli değil gerekli bir koşuldur. Bu örnekten de görüldüğü gibi

gerekli bir koşulu, tek başına aldığımızda, “neden” saymak sözcüğe gereğinden fazla geniş bir anlam vermek olur. Nitekim oksijen yangın için gerekli olmakla birlikte, herhangi bir yangından oksijeni sorumlu tutmak normal olarak aklımızdan geçmez.

Bazen, “X, Y’nin nedenidir,” önermesinin, “Ancak ve ancak X varsa, Y de vardır,” biçiminde yorumlandığına da tanık olmaktayız. Bu yorumda X, Y için hem yeterli, hem gerekli bir koşul sayılmaktadır: öyle ki, X varsa, Y de vardır: X yoksa Y de yoktur.

Bunu bir örnekle göstermek için iyi bir eğitimi kafa olgunluğu için hem gerekli hem de yeterli koşul saydığımızı düşünelim. Böyle bir durumda, kafa olgunluğuna sahip bir kimse iyi bir eğitim almış; iyi bir eğitim almış bir kimse de kafa olgunluğuna sahip demektir. Ne var ki, burada “kafa olgunluğu” ile “iyi eğitim” eş anlamda alınmış olmamalı, birini tanıtlamak için diğerine başvurma zorunda kalmamalıyız. Yoksa ilişki olgusal niteliğini yitirir, tanımsal bir niteliğe bürünür.

Bu tür bir sakıncaya yol açmayan başka bir örnek şu olabilir: Belli bir suyun donması için sıcaklığın 0°C'ye düşmesi gerektiğini, sıcaklık 0°C'ye düşünce suyun donduğunu gözlemsel olarak biliyorsak, burada sıcaklığın 0°C’ye düşmesi suyun donması için hem yeter, hem de gerekli koşuldur. Sıcaklığı ölçmeden suyun donup donmadığını, suya bakmadan sıcaklığın 0°C'ye düşüp düşmediğini bağımsız olarak saptayabileceğimiz için bu durumda olgusal bir ilişki yerine tanımsal bir ilişkiden söz edildiği kuşkusuna da yer yoktur.

Neden-sonuç ilişkisinde, nedeni hem yeterli, hem de gerekli koşul saymamız, birçok hallerde ancak nedenin, bir tek koşul değil, birden fazla koşulu kapsaması ile olasıdır. Öyle ki, bu takım içinde her koşul kendi başına gerekli, birlikte yeterli olsun. Örneğin, orman yangını örneğimize dönecek olursak, bir orman yangını için aşağıdaki koşulların,

oksijen,
yakıt,
tutuşturma aracı,
hava esintisi

tek tek gerekli, birlikte yeterli olduğunu söyleyebiliriz.

Nedensellik İlkesinin Bilimde Yeri

Bilimsel metinlerde, “nedensel yasa”, “nedensel açıklama”, “neden-sonuç ilişkisi” gibi deyimlere sık sık rastlanmakla birlikte “nedensellik” kavramının modern bilimde yeri olmadığını ileri süren filozof ve bilim adamları da vardır. Örneğin Russell şunları söylemektedir:

> *Her ekolden tüm filozoflar “nedensellik” ilkesini bilimin temel aksiyom veya postulatlanndan biri sanmışlardır. Oysa, garip görünecek belki, gravitasyonel astronomi gibi ileri bilimlerde, “neden-sonuç” sözü bile geçmez. Fiziğin, “neden-sonuç” ilişkisini aramaktan vazgeçmesinin nedeni böyle bir şeyin olmamasıdır*[54].

Nedensellik kavramının bugün bile kullanılmasını Russell zamanı geride kalmış bir kafa alışkanlığına bağlamakta ve kavramı “geçmiş çağların bir kalıntısı” olarak nitelemektedir.

Russell, “neden-sonuç” sözünün ileri bilimlerde geçmediğini söylemekte belki haklıdır; ne var ki, bu kavramın üstü örtük bir varsayım olarak sürmediği anlamına gelmez. Nagel'in de işaret ettiği gibi, “sözcük ortadan kalkmış olabilir, ama sözcüğün simgelediği kavramın kullanılışı bütün genişliği ile sürmektedir.”[55]

Nagel'e göre, nedensellik kavramı yalnız günlük konuşmada ve ekonomistlerin, sosyal psikologların, tarihçilerin insan ve toplumla ilgili incelemelerinde değil, aynı zamandan doğa bilimlerinde ve fizikçilerin teorik açıklamalarında da göze çarpmaktadır. Nagel, nedensellik kavramının büsbütün terk edildiği söylenen bir bilim kolundan (kuantum mekaniği) aldığı şu parça ile iddiasını belgelemektedir:

> *Bir elektron yörüngesinin ayrıntılı yapısına bakmak istersek, dalga uzunluğu çok küçük ışık dalgaları kullanmamız gerekir. Bu tür ışık ise yüksek frekanslı olup büyük bir enerji kuantumudur. Elektrona çarptığı zaman onu yörüngesinden dışarı fırlatır, incelemekte olduğumuz nesnenin bizzat kendisini tahrip eder.*

Teorik bir formülün yorumu ile ilgili bu parçada, fizikçi “çarpma”, “dışarı

fırlatma”, “tahrip etme” gibi bir tür nedensel anlam taşıyan ifadeler kullanmıştır. Demek oluyor ki, bilimde nedensellik kavramının büsbütün terk edilmiş olduğunu öne sürmek kolay değildir.

Gerçekten, bilime aykırı düşen şey nedensellik ilkesinin işlemsel (operational) yorumu değil, metafizik anlamıdır. Metafizikte bu ilkeye bir öğreti niteliği verilerek, “Her şeyin bir nedeni vardır”, “Hiçbir şey bir nedene dayanmaksızın var olamaz veya yok olamaz”, “Aynı neden daima aynı sonucu meydana getirir,” vb. gibi doğrulanması veya yanlışlanması olanak dışı birtakım genel yargılara gidilmiştir. Bilim ne bu tür genel yargılar ileri sürme yoluna gitmiş, ne de bunları bir şekilde doğrulama veya haklı gösterme çabasına girmiştir. Olguları, gerilerindeki nedenlere inerek açıklama isteği 17'nci yüzyıldan beri etkinliğini yitirmiş, günümüzde artık bilimsel niteliği olmayan bir istek sayılmaktadır. Ancak bunu, nedensel ilişki kavramının bilim dışı olduğu biçiminde yorumlamak yanlıştır, elbette. Galileo ve Newton'dan beri bilginlerin olguların nedenlerini değil, olgular arasındaki değişmez (yasal) ilişkileri bulma ve açıklama yoluna gittiklerini görüyoruz. Başka bir deyişle, Aristoteles geleneğindeki “neden” arama çabası modern bilimde yerini “nedensel ilişki” bulma çabasına bırakmıştır.

Bilimde “neden” arama çabasından “nedensel ilişki” bulma çabasına geçmeyi yeterli bulmayan bazı bilim adamları, özellikle “nedensellik” kavramını metafizik nitelikte sayan pozitivist eğilimli bilim adamları (örneğin, Emst Mach), “nedensel ilişki” kavramı yerine “fonksiyonel ilişki” kavramının kullanılmasını önermişlerdir. Fonksiyonel ilişki,

$$y = f(x)$$

gibi matematiksel bir denklem biçimi aldığından, “neden-sonuç” deyiminde saklı tek yanlı ilişki anlamı kaybolmakta, bunun yerine simetrik bir ilişki biçimi geçmektedir. Gerçi,

$$y = f(x)$$

ifadesinde, y’nin bağımlı değişken, x'in bağımsız değişken olduğu; başka bir deyişle, y'nin değerinin x’in alacağı değere, f’nin belirlediği biçimde, bağlı olduğu, dolayısıyla x’e “neden”, y’ye “sonuç” gözüyle bakılabileceği söylenebilir. Ne var ki, söz konusu ifade (fonksiyonun tek değerli olduğu, yani, fonksiyonun kapsamında her y'ye bir ve ancak bir, x'in karşılık

oluşturduğu varsayılırsa) şu biçimde tersine çevrilebilir:

$$y = f^{1}(x)$$

Böylece "neden" ve "sonuç" kavramlarını simgeleyen terimler yer değiştirebilmekte, daha önce "bağımlı" diye belirlenen değişken şimdi "bağımsız". "bağımsız" diye belirlenen değişken şimdi "bağımlı" niteliği kazanmaktadır. Bu sonuç aslında "fonksiyonel ilişki" kavramı ile "sürekli birlikte gidiş" kavramı arasındaki yakınlığı göstermektedir. Gerçekten "fonksiyon" dediğimiz ilişki, tek değerli olduğunda, x ve y gibi iki değişkene ilişkin sayı takımları arasında birebir karşılaşım (correspondence) kurma demek olduğundan, fonksiyonel ilişkiyi "sürekli birlikte-gidiş"in matematiksel bir ifadesi olarak düşünebiliriz.

Fonksiyonel ilişki bu özelliği ile kuşkusuz korelasyon niteliğindeki pek çok ilişkilere matematiksel bir biçim kazandırmakta ve (değişkenler kantitatif olarak belirlenmişse) geniş ve kesin bilimsel ön-deyilere yol açmaktadır. Şu kadar ki, bu tür ilişkinin nedensel ilişkiyi tam karşıladığını söylemek güçtür. Nedensel ilişki kavramında değişmez birlikte-gidiş anlamı yanında iki özellik daha vardır. Bunlardan biri ilişkinin zamansal (temporal) boyutu, ötekisi tersine çevrilemezliği ile ilgilidir. Zamansallık, sonucun nedenden sonra geldiği veya en çok birlikte oluştuğu demektir. Şöyle ki, sonucun t_2 zamanında, nedenin ise t_1 zamanında meydana geldiği düşünülürse iki zaman arasındaki ilişki bu biçimi alır:

$$t_1 \leq t_2$$

Nedensel ilişkiyi fonksiyonel ilişkiden ayıran tersine çevrilemezlik özelliği, zamansallık özelliğine bağlı olup ilişkinin asimetrik niteliğini ifade eder. Şöyle ki, nedeni x. sonucu y ile gösterirsek x ile y arasındaki ilişki (R) y ile x arasındaki ilişkiye (R) eşit değildir; yani xRy = değildir yRx. Oysa yukarda da işaret edildiği üzere fonksiyonel ilişki bazı varsayımlar altında simetrik bir karakter alabilmektedir.

Nedenselliğin Olasılık Yorumu

Günümüz bilim felsefecilerinden Patrick Suppes 1970'te yayınlanan *A*

Probabilist Theory of Causality (Nedenselliğin Olasılık Teorisi) adlı kitabında[56], günlük konuşmalarda olduğu gibi çağdaş fizik ve sosyal bilimlerde de, nedenselliğin determinist nitelikte olmadığını belirtmekte, bu alanlarda inceleme konusu ilişkilerin olası bir nitelik taşıdığını ileri sürmektedir. Suppes'e göre, Mach ve Russell gibi düşünürlerin “nedensellik” yerine “fonksiyonel ilişki” kavramını önermeleri klasik fiziğin (yani Newton mekaniğinin) çerçevesinde geçerli görülebilir. Çünkü, ancak determinist nitelikteki ilişkiler matematiksel bir denklem biçimi olan “fonksiyonel ilişki”ye elverişlidir. Oysa çağdaş fizik ve sosyal bilimlerde inceleme konusu ilişkiler, determinist nitelikteki ilişkilerin tersine, ne tam ne de kesindir. Russell, haklı olarak, klasik fizik yasalarının değişmezliğini, inceleme konusu ilişkilerin, dahası bu ilişkileri dile getiren diferansiyel denklemlerin değişmezliği saymaktadır. Ne var ki, tüm ilişkileri bu tür denklemlerin kalıplarına dökme olanaksızlığı karşısında, modern bilim ister istemez incelediği ilişkilerin niteliğine daha uygun düşen olasılık (probabilite) teorisine başvurma yoluna gitmiştir.

İlk bakışta, “nedensellik” ve “olasılık”ın, çelişik olmasa bile, bağdaşmaz görünen iki kavram olduğu söylenebilir. Ne var ki, bu “nedensellik”in determinist açıdan yorumlanmasından ileri gelmektedir. Nedensel dediğimiz pek çok ilişkilerin determinist nitelikte olmadığı anlaşılınca, iki kavramın bağdaşmaz görünüşü de kendiliğinden kaybolacaktır. Nitekim hemen her gün hepimizin duyduğu veya söylediği.

(1) Bu hesapsız gidişin sonu herhalde iflastır, veya

(2) Bu yıl kuraklık ekicileri zor duruma düşüreceğe benzemektedir.

gibi sözler aslında olasılık ifade eden önermelerdir. Birinci cümle iflasın, ikinci cümle ekicilerin zor duruma düşeceğinin, belli koşullar altında olası (muhtemel) olduğunu ifade etmektedir.

Günlük konuşmadan alınan bu tür örnekleri göz önünde tutan Suppes, nedensellik kavramını şöyle açıklamaktadır:

> *Y gibi bir olgunun ortaya çıkışı X gibi başka bir olgunun ortaya çıkışını yüksek bir olasılıkla izliyor, ve X ile Y arasındaki olasılık ilişkisinden sorumlu üçüncü bir olgu yoksa, X, Y'nin nedenidir, diyeceğiz.*

Bu açıklamaya uygun olarak Suppes, “görünüşte neden”, “sahte neden”, “doğrudan neden”, “olumsuz neden”, “tamamlayıcı neden” ve “yeterli neden” gibi kavramların tanımlarını vermektedir[57]. Biz bunlardan önemli saydığımız üç tanımı vermekle yetineceğiz. (Verilen tanımlarda, “$P(A_t)$” t zamanında A olgusunun meydana gelme olasılığını; “$P(A_t/B_t')$” ise, t' zamanında B olgusunun meydana gelmesi halinde, t zamanında A olgusunun meydana gelme olasılığını ifade etmektedir.)

Tanım 1: Görünüşte neden

“B_t, olgusu, A_t olgusunun görünüşte nedenidir,” diyebilmek için şu üç koşulun yerine getirilmesi gerekli ve yeterlidir:

(1) $t' < t$

(2) $P(B_t',) > O$

(3) $P(A_t/B_t') > P(A_t)$

Koleraya karşı aşının etkinliği ile ilgili bilgilerin yer aldığı aşağıdaki tablo, bu tanımın uygulamasını göstermek için düzenlenmiştir.

	Hastalanan	Hastalanmayan	Toplam
Aşısı yapılan	3	276	279
Aşısı yapılmayan	66	473	539
Toplam	69	749	818

Aşılanmış olmayı B_t’, hastalanmayı A_t ile gösterirsek:

(PA_t) = 749/818 = 0.912 hastalanmamanın ortalama olasılığını; oysa, $P(A_t/B_t',)$ = 276/279 = 0.989, aşılanma halinde, hastalanmama olasılığını vermektedir. İki sonuç arasındaki belirgin fark hastalığa karşı aşılanmanın etkinliğini göstermektedir.

Tanım 2: Olumsuz neden (Bir olgunun meydana gelmesini önleyici neden)

“B_t', olgusu, A_t olgusunun görünüşte olumsuz nedenidir,” diyebilmek için aşağıdaki koşulların yerine getirilmesi gerekli ve yeterlidir:

(l) $t' < t$

(2) $P(B_t',) > O$

(3) $P(A_t/B_t',) < P(A_t)$

Örneğin, yukarıdaki örnekte hastalanmamanın ortalama olasılığı, aşılanma halinde hastalanmama olasılığından da büyük çıksaydı, aşılanmayı hastalanmanın olumsuz nedeni saymak gerekirdi.

Tanım 3: Yeterli neden [sonucunu kesinlikle (1.00 olasılıkla) meydana getiren neden].

“B_t', olgusu, A_t olgusunun yeterli nedenidir,” diyebilmek için aşağıdaki koşulların yerine getirilmesi gerekli ve yeterlidir:

(1) B_t', olgusu, A_t olgusunun görünüşte nedenidir.

(2) $P(A_t/B_t',) = 1.00$

Yukardaki örneğimizde, aşılanma halinde hastalanan hiç çıkmasaydı, aşılanmayı hastalanmamanın yeterli nedeni sayabilirdik. Bu da gösteriyor ki, determinist nedensellik olasılık niteliğindeki nedenselliğin özel bir halidir. Determinist nedensellikte sonucun meydana gelme olasılığı 0 veya 1.00 iken, olasılık nedensellikle O ile 1.00 arasındaki herhangi bir değer olabilir.

Determinizmin Yıkılışı ve Belirsizlik İlkesi

Determinizm Newton mekaniğinin bir özelliği olarak l9'uncu yüzyılda en parlak dönemine ulaştı. Pierre Simon de Laplace, 1820'de yayınladığı *Theone analiytique des probabilities* adlı yapıtında, geçmişe bakarak tüm evrenin geleceğini kesinlikle belirlemenin elimizde olduğunu ileri sürmüş ve günümüzde bile unutulmamış olan şu satırları yazmıştı:

> *Doğada herhangi bir an etkin olan tüm güçleri ve evrende var olan tüm nesnelerin o anlık konumlarını bile bir zekâ, evrendeki en büyük cisimlerden en hafif atomlara kadar tüm nesnelerin hareketini tek bir formül kapsamında toplayabilir, yeter ki, bu zekâ eldeki verilerin hepsini birden çözümleyebilecek kadar güçlü olsun. Böyle bir zekâ için kesin olmayan hiçbir şey olmaz: geçmiş gibi gelecek de onun gözleri önünde olacaktır. İnsan aklının astronomiye vermeyi başarabildiği yetkinlik, böyle bir zekânın gücü yanında zayıf bir taslak gibi kalır. Mekanik ve geometri alanlarındaki buluşlar evrensel çekim teorisi ile birleşince, insan aklını, dünya sisteminin geçmiş ve gelecekteki durumunu sözü geçen o bir tek formülün çerçevesinde kavramaya yaklaştırmıştır.*

Klasik fiziğe duyulan bu güven ve bu fiziği niteleyen determinizm, en yüksek noktasına ulaştığı bir dönemde yıkılmıştır. Geçen yüzyılın sonlarına doğru bilim adamları hiç beklemedikleri bazı sonuçlarla karşılaşmışlardı. O zamana kadar göz kamaştırıcı başarılara yol açan Newton mekaniğinin birden birtakım olguları açıklamada yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu tür olgular hem makro hem mikro düzeyde ortaya çıkmıştır. Güçlüklerin çözümü yolunda girişilen çabalar iki büyük düşünce sisteminin doğmasına yol açmıştır. Bunlardan biri uzay, zaman, kütle gibi kavramların mutlak değil bağıl olduğu görüşüne dayanan “relativite” teorisi, diğeri Max Planck'ın maddenin saldığı ısı ve ışığın öteden beri sanıldığı gibi sürekli bir akış değil, fakat tam tersine, “quanta” adını verdiği süreksiz veya kesik paketlerden ibaret olduğu iddiasını getiren “quantum” teorisidir. Bu iki sistem kendi alanlarında Newton mekaniğinin yerini almakla kalmadılar, insan düşünce ve hayal gücüne yeni ve daha geniş ilerleme ufukları da açtılar.

Yeni gelişmeler, özelikle Planck'la başlayan ve yüzyılımızda büyük ilerlemeler kaydeden kuantum teorisi Laplace'ın anladığı klasik determinizmi yıkmıştır. Klasik determinizm hareket halindeki cisimlerin durumlarını yer ve hız yönünden aynı zamanda saptamanın mümkün olduğu varsayımına dayalıdır. Oysa kuantum teorisi, elektron ve diğer atom-altı parçacıkların herhangi bir andaki durumlarını bu iki yönden aynı zamanda saptayabilmenin olanak dışı olduğunu göstermiştir.

Kant, “her olgunun bir nedeni vardır” yargısını tüm bilimlerin *a priori* varsayımı saymıştı. Makro düzeyde geçerli görünen bu klasik nedensellik ilkesi mikro düzeyde anlamsız kalmıştır. Çünkü, elektronların bir yörüngeden başka bir yörüngeye atlamaları veya radyo-aktif maddelerde atomların çözüntüye uğramaları, tek tek alınınca, ne önceden kestirilebilmekte ne de herhangi bir nedene bağlanabilmektedir. Sadece çok sayıda alınan parçacıkların belli bir yüzdesinin belli bir sürede nasıl davranacağı söylenebilir. Bu ise klasik determinizmin içerdiği nedensellik değil, olasılık kavramına uygun bir ilişki biçimidir.

İster makro ister mikro düzeyde olsun, bir parçacığın gelecekteki yerini kestirmek için onun başlangıç koşullarını (geçmişte. t_1 anındaki konum ve momentumunu) bilmek gerekir. Oysa, Heisenberg'in 1927'de ortaya attığı ünlü belirsizlik (“indeterminancy” veya “uncertainty”) ilkesine göre mikro düzeyde bu gerek yerine getirilemez. Çünkü, hareket halindeki parçacığın konum ve momentumunu aynı zamanda saptamadaki kesinlik (veya belirsizlik) ters orantılı olarak birbirine bağlıdır. Konumu saptamada elde edebileceğimiz kesinlik ne kadar yüksek ise momentumu saptamada elde edeceğimiz kesinlik o kadar düşük olacaktır. Bu demektir ki, birindeki kazancımızı öbüründeki kaybımızla ödemek zorundayız[58].

Ancak denebilir ki, bu bir ölçme güçlüğü olup klasik nedensellik ilkesini temelde zedeleyici nitelikte değildir. Daha önce de belirtildiği gibi, klasik determinizm, hareket eden bir cismin başlangıç durumunu hatasız ölçebilirsek, gelecekte herhangi bir andaki durumunu da kesinlikle belirleyebiliriz, demektedir. Biz bir elektronun gelecekte herhangi bir andaki durumunu kestiremiyorsak bunun nedeni başlangıç koşullarını saptayamamamızdır. Bu ise ilkece bir imkânsızlığı göstermekten çok, şimdiki ölçme yöntem ve araçlarımızın yetersizliği ile ilgilidir.

Gerçi belirsizlik ilkesini ölçme yetersizliğine bağlamak yanlış bir yorumdur. Ne var ki, söz konusu ilke, ölçme süreci ile ölçüme konu nesne arasındaki etkileşim (interaction) ile yakından ilgilidir. Gerçekten bir elektronun yerini tam saptayabilmek için gözlemci kısa dalgalı ışık kullanmak zorundadır. Oysa kullanılan ışığın dalga uzunluğu ne kadar kısa ise frekansı o kadar yüksektir ve frekansın yüksekliği derecesinde, elektrona çarpan ışık fotonunun enerjisi büyük olur[59]. Bu yüzden elektronun momentumunu saptama yoluna gidecek olursak, bu kez de, uzun dalgalı ışık tutmaya ihtiyaç var; bu ışık altında ise gözlem konusu parçacığın konumu kaybolur.

Bununla birlikte, belirsizlik ilkesini ölçme güçlüğü ile açıklamak doğru değildir. Atom-altı nesnelerin davranışlarını determinist ilişkilere bağlı görmek, doğrulanması olanaksız metafizik nitelikte bir varsayıma gitmek olur ki, bilimde buna göz yumulacağını sanmak güçtür.

Heisenberg'in ortaya attığı belirsizlik ilkesini bilgilerimizin ya da bilgi edinme araçlarımızın yetersizliği ile açıklama yoluna giderek geçici sayan bilim adamları yok değildir. Bunların başında yer alan Einstein, yaşamı boyunca bu inancından vazgeçmemiş, doğanın nedensel yasalara bağlı işlediğini, “tanrının zar atarak evreni yönettiği” görüşüne[60] asla katılamayacağını her fırsatta belirtmekten geri kalmamıştır. Einstein’a göre evrende olup bitenleri olasılık ilişkilerine indirgeme, hiçbir zaman bilimin temel amacı olan “anlama”yı sağlayamaz. Evrenin görünmeyen bir iç bütünlüğü, bir iç ahengi vardır. Bu bütünlük ve ahengin özünü oluşturan süreklilik ve nedensellik yerine, süreksizlik ve olasılık ilişkilerini koymaya çalışmak bir bakıma bilime ihanettir[61].

Öte yandan yeni anlayışı savunanlar, bilimde asıl olan, teorik açıklamalarımızın metafizik nitelikte birtakım inanç veya duygularımıza uygun düşmesi değil, ölçme sonuçlarına dayanması gereğidir, demektedirler. Einstein'ın “bilime ihanet” suçlamasına karşılık veren Niels Bohr, gözlemlerimiz dışında hiçbir şey, hiçbir kişisel tutku veya iç ahenk duygusu, bize şu ya da bu teorinin doğruluğunu göstermeye yetmez, demiş ve asıl ihanetin, yeni bir alanı incelerken, alıştığımız düşünce biçimlerinin, burada da mutlaka geçerli olduğu üzerinde ısrar etmek olduğunu belirtmiştir[62].

Gerçekten alıştığımız düşünce biçimleri ile mikro düzeydeki ilişkileri

açıklamak şöyle dursun, dile getirmek bile son derece güçtür. Bu yüzden belirsizlik ilkesini anlama ve kabul etmede psikolojik nitelikte bazı direnmelerle karşılaşmamız doğaldır. Bu güçlüğün kökenini dil ve düşünce alışkanlıklarımızda gören bazı bilim felsefecileri, kuantum teorisine yeni bir dil, hatta yeni bir mantıkla yaklaşma gereği üzerinde durmuşlardır.

Bunlardan örneğin M. Schlick ve P. Frank, fizikte belli koşullar altında, “conjugate” denen birtakım çift büyüklükleri dile getiren P ve Q gibi anlamlı iki önermeyi birlikte evetlemenin anlamsız sayılması gerektiğini önermişlerdir. P'yi ve Q'yü ayrı ayrı doğrulayabiliriz. Fakat “P ve Q”nün birlikte doğruluğunu saptayamayız. Kendi başlarına hem P, hem de Q anlamlı önermelerdir. “P ve Q” bileşiği ise anlamsızdır; nedeni şu ki, kuantum fiziğinde bu bileşik önermenin dile getirdiği bir olgu türü yoktur. Başka bir deyişle, kuantum fiziğinde, “P ve Q” bileşiğini doğrulama ilkece olanaksızdır. Böyle olunca, fizik dilinin kurma kurallarında (sentaksında) bir değişikliğe gitme ihtiyacı kendiliğinden ortaya çıkmaktadır{63}.

Buna benzer bir öneri G. Birkhoff ve J. von Neumann'dan gelmiştir. Bunlar, kurma kurallarında değil, çıkarım kurallarında (transformation rules) bazı değişikliğe ihtiyaç olduğunu belirtmiş, özellikle önermeler mantığındaki dağılım (distribution) kurallarından birinin fizikte terk edilmesi gereğini ileri sürmüşlerdir{64}.

Daha ilginç bir görüşe Reichenbach'ta rastlamaktayız. Reichenbach 2—değerli (doğru-yanlış) mantık 3—değerli (doğru-yanlış-belirsiz) bir mantık önermiştir. Bu mantıkta, herhangi bir önerme değişkeni “doğru”, “yanlış” ve “belirsiz” olmak üzere üç doğruluk değerinden birini alabilir. Başka bir deyişle, bir önerme ya doğru, ya yanlış, ya da doğruluk değeri belirsizdir: Dördüncü bir seçenek yoktur.

Atom-altı ilişkilere 3-değerli mantığı uyguladığımızda, hareket halindeki bir parçacığın momentumu ile ilgili P önermesi doğruysa, konumu ile ilgili Q önermesi belirsizdir. Daha genel olarak, önermelerden birinin doğruluğu, ötekinin belirsiz kalmasını zorunlu kılmaktadır, diyeceğiz{65}.

Bu gibi önerilerin, çözüm vaat etmekle birlikte, bazı zorlukları da beraberlerinde getirdikleri inkâr edilemez. Üstelik, fizik dilinin ne yönde değişeceğini şimdiden kestirip belli bir programı uygulamaya koymak

güçtür. Carnap, 19'uncu yüzyılda matematik dilinde büyük ilerlemelere yol açan iki gelişmenin bilim için de yararlı olacağı düşüncesindedir. Bu gelişmelerden biri simgesel (symbolic) mantık ve kümeler (set) teorisinin uygulamasından, diğeri modern anlamda aksiyomatik metodun kullanılmasından doğmuştur. Carnap'a göre, yalnız içeriği değil, aynı zamanda tüm kavramsal yapısı tartışma konusu olan günümüz fiziğinde, bizi konuşma ve düşünme açıklığına götürme bakımından sözü geçen iki gelişmeye ümit ve güvenle bakabiliriz[66]. (Bkz. EK: 10 — Klasik Fiziğin Empirik ve Rasyonel Yönleri. H. Reichenbach.)

XIII. BÖLÜM

BİLİMSEL TEORİNİN YAPI VE İŞLEVLERİ

Teori Kavramı

Bilimsel bir teori birtakım olguları veya olgusal ilişkileri açıklayan kavramsal bir sistemdir. Böyle bir sistemi kurmak, bilimde en üst düzeyde düşünsel bir çalışmayı gerektirir. Özellikle iki yönden bilimsel bir teoriyi anlama önemlidir. Önce, iyi kurulmuş bir teorinin bir sanat yapıtı gibi entelektüel ilgilere hitap eden ve dünya görüşümüzü etkileyen bir niteliği vardır. Olup bitenlere belli bir teori açısından bakmak, alışık olduğumuz pek çok şeye yeni bir anlam kazandırır, bilgi ve anlayışımızı beklemediğimiz ölçülerde zenginleştirebilir. Sonra, bilimsel bir teori, bilimsel düşünme ve araştırmanın erişilmesi güç bir ürünü olarak hem bu düşünme biçimini, hem de bilimde gerçek başarının niteliğini yansıtması bakımından üzerinde durulmaya değer. Başka bir deyişle, bilimsel bir teorinin yapı ve işlevinde tüm bilimin kristalize olmuş bir örneğini bulabiliriz. Ama her şeyden önce, "teori" sözcüğü üzerinde açıklığa ulaşmamız gerekir.

Günlük dilde "teori" denince genellikle olgusal olmayan veya uygulama dışı kalan soyut bir şey akla gelir. Bilim adamları arasında bile bu noktada tam bir açıklık olduğu söylenemez. Kimisi için "teori". felsefe türünden geniş ve belki de sorumsuz bir spekülasyon; kimisi için algı verilerimizi ve gözlemlerimizi aşan herhangi bir kavram veya genelleme anlamına gelmektedir. Birçoğu "teori" kelimesini hipotez, varsayım veya hatta yasa anlamında kullanmaktadır. Örneğin, fizik ders kitaplarında genellikle "yasa" diye geçen evrensel çekim ilişkisinin bazen teori, bazen hipotez, bazen varsayım olarak belirtildiğini görmekteyiz.

"Teori" kelimesinin böyle değişik anlamlarda kullanılışından doğan karışıklık karşısında tam bir açıklığa ulaşmak son derece güçtür. Ancak bazı ayrımlar yoluyla karışıklıktan bir ölçüde de olsa kurtulmaya çalışabiliriz.

Hemen akla gelen bir ayrım teori ile olgu arasındadır. Olgu, daha önce de belirtildiği üzere, doğrudan veya dolaylı ortak gözleme konu ve doğada yer alan bir oluştur. Teori ise, düşünme yetimizin bir ürünüdür; olguları açıklamak veya evreni hiç değilse bir yanı ile anlama için kurulur. Ancak hemen eklemeli ki, olguları içermeyen bilimsel bir teori olmadığı gibi, az çok teorinin bulaşmadığı hiçbir gözlem veya deney verisi de yoktur. Ne yalın bir olgudan, ne de olgulara ilişkin olmayan bir teoriden (formel mantık ve matematik dışında} söz edilebilir.

Bir başka ayrım "teori", "hipotez" ve "varsayım" terimlerinin anlamları arasında yapılabilir. "Varsayım" doğruluğu irdelenmeksizin kabul edilen, "hipotez" doğrulanmak üzere ele alınan iddialardır. Her ikisi de birer önerme ile dile getirilebilir. Oysa teori bir ölçüde de olsa doğrulanmış ama henüz tümü ile kesinleşmemiş bir sistemdir; çoğu kez bir tek önerme ile değil, birbiriyle ilişkili birçok önerme ile dile getirilebilir ancak.

Son bir ayrım teori ile felsefi nitelikteki dünya görüşleri arasındadır. Hiçbir bilimsel teori bir dünya görüşü kadar kapsamlı olamaz. Bir teori belli bir olgu türüyle sınırlıdır; bir dünya görüşü evrenin tümüne belli bir açıdan bakma olanağını verebilecek genişlikte olabilir. Ayrıca, herhangi bir dünya görüşü, nesnel olmaktan çok kişisel ölçülere, değer yargılarına bağlıdır. Bu anlamda onu "doğru" veya "yanlış" diye değerlendirmek yerine, "yararlı" veya "yararsız", "geçerli" veya "geçersiz" diye nitelemek belki daha doğru olur. Oysa bilimsel bir teorinin başta gelen özelliği doğrulanabilir olması, daha doğrusu, nesnel nitelikteki veriler karşısında test edilebilir olmasıdır.

Bilimin evreni anlama ve doğa güçlerini kontrol altına alma yolunda olguları ve olgular arasındaki ilişkileri açıklayarak ilerlediğini yeri geldikçe belirtmeye çalıştık. Daha önce de açıklamaya çalıştığımız gibi, bilimsel açıklama bir açıdan görüneni, yani gözlem verilerini görünmeyen fakat varlığı tahmin edilen ya da düpedüz varsayılan birtakım nesne, ilişki veya süreçlere başvurarak anlamlı kılma çabasıdır. Daha açık bir deyişle, bilim, gözlenebilen yüzeydeki olguları gözlenemeyen ama görüntüler gerisinde varsaydığı bazı temel ilişki veya süreçlere inerek açıklar.

Teori de hipotez gibi bir açıklama aracıdır. Ancak hipotez belli ve sınırlı bir açıklama vaat ederken, teori daha kapsamlı ve köklü açıklamalar getirir. Özellikle teori tek tek olgulardan çok, olgu türlerine, daha doğrusu, olgular

arasında saptanmış ilişkilere yönelik bir açıklamadır. Bu demektir ki, bir teorinin ortaya atılması, daha önce gözlenmiş bazı bitevi ilişkilerin veya bu ilişkileri dile getiren genellemelerin olmasını gerektirir. Teori açısından bu gibi olgusal ilişkiler, gerilerinde varsayılan birtakım daha temel ve genel ilişki veya süreçlerin birer görüntüsünden başka bir şey değildir. “Teori” dediğimiz şey de işte bu tür gözlem dışı ilişkileri dile getiren açıklayıcı nitelikteki genelleme veya yasaların, olgusal düzeydeki ilişkilerin açıklanmasında ve bazı hallerde de önceden kestirilmesinde, öncül (“aksiyom” veya “postulat” da denebilir) işlevi gördüğü bir sistemdir. Bilim tarihi bu sistemlerin çeşitli örnekleri ile doludur. Biz sadece iyi bilinen birkaçına değinmekle yetineceğiz.

Gerek Ptolemy’nin (Batlamyus) “geocentric”, gerek Kopernik'in “heliocentric” teorileri, evrenin yapısı ve gök cisimlerinin “gerçek” hareketleri üzerinde bazı temel varsayımlara dayanarak gezegenlerin hareketlerini açıklama çabasını temsil eden sistemlerdir. Aynı şekilde, ışığın yapısal niteliği ile ilgili parçacık ve dalga teorileri, ışığın yayılma, yansıma, kırılma gibi özelliklerine ilişkin değişmez ilişkileri açıklayıcı bazı temel süreçleri içermektedir. Örneğin, havadan cama geçen bir ışının kırılması, dalga teorisine göre daha yoğun bir “ortam”da ışık dalgalarının yavaşlamasından, parçacık teorisine göre, daha yoğun “ortam”ın ışık tanecikleri üzerindeki daha kuvvetli çekiminden doğan bir olgudur.

Bir başka örneği gazların kinetik teorisinde bulmaktayız. Bu teori ortaya çıkmadan çok önce gaziara ilişkin bazı ilişkiler (örneğin basınç, oylum ve sıcaklık arasındaki değişmez ilişkiler) gözlem yoluyla saptanmış bulunuyordu. Bu ilişkileri dile getiren yasalar (örneğin Boyle Yasası) herhangi bir gazın basınç, oylum ve sıcaklık gibi özelliklerinin ne biçimde birbirine bağlı olduğunu göstermekteydi. Ama gazların neden bu tür özellikler taşıdığını açıklamıyordu. Gazların kinetik teorisinin, gözlem dışı birtakım nesne veya süreçleri (gazların gelişigüzel hareket içinde bulunan çok sayıda molekül taneciklerinden meydana geldiği gibi) varsayarak, gözlem konusu bu özellikleri açıklama yoluna gittiğini görüyoruz[{67}].

Bu örneklerden görüldüğü üzere bilimde teorinin başta gelen işlevi birtakım teorik kavramlara giderek daha önce gözlem yoluyla saptanmış ilişkileri açıklamak veya bu gibi ilişkileri önceden kestirmemize yardım etmektir.

Teorinin daha az önemli olmayan başka bir işlevi de, gözlem düzeyinde birbirleriyle ilgisiz görünür birtakım ilişkilerin aslında yakından ilgili olduğunu göstermektir. Bunun en belirgin örneklerinden birini Newton mekaniğinde bulmaktayız. Gerek Galileo, gerek Kepler yasalarını, herhangi bir teoriden bağımsız olarak güvenilir deney ve gözlem sonuçlarına dayanarak bulmuşlardır. Calileo'nun cisimlerin düşmesi, sarkaç ve gel-git ile ilgili yasalarının kendi aralarında göze çarpar bir ilişki veya benzerlikleri olmadığı gibi, bunların gezegenlerin hareketlerini betimleyen Kepler yasaları ile de görünürde bir ilişkileri yoktur. Gerçekten her biri değişik olgu türlerine ilişkin bu ilişkilerin bir yerde birbirlerine bağlı olabileceklerini düşünmek kolay değildir. Oysa Newton her biri kendi başına bağımsız görünen bu yasaların ve daha başka ilişkilerin kendi kurduğu teoriden (devinim yasaları ile evrensel çekim yasasından) matematiksel olarak çıkarılabilir olduğunu göstermekle, ilk bakışta olanaksız görünen bir gerçeği, gözler önüne sermiştir.

Teorinin Mantıksal Yapısı

Teoriyi kavramsal bir şema, bir bilgi alanının soyut ve simgesel boyutu olarak da niteleyebiliriz. Bu şemanın, yukarda da belirtildiği üzere, hem açıklama ve ön-deme (prediction). hem de empirik yollardan ulaşılmış sonuçları mantıksal olarak düzenleme (sistematize etme) işlevleri vardır. Teori olmaksızın hiçbir bilim dalı, birbiriyle ilişkisiz görünen bir bilgi yığını olmaktan ileri geçemez. Hatta bir alanda saptanmış olgusal ilişkiler ve bunları dile getiren genellemeler bile ancak bir teorinin kapsamında bütünlük kazanmaktadır.

Teori kurmak, bir bakıma, belli bir alanda bilgilerimizi ifade eden genellemelerin mantıksal bir düzene konması demektir. "Mantıksal düzen"den ise kısaca şunu anlıyoruz: inceleme konusu alanın seçilmiş birkaç temel ilke veya genellemesinden (üst-düzeyde olan bu genellemeler, teorik nitelikte kavramlar arasındaki ilişkileri belirlemektedir), geriye kalan bütün diğer önermelerin (alt-düzeyde olgusal ilişkileri ifade eden genellemelerin) mantıksal veya matematiksel yoldan çıkarılabilir olduğunu göstermek. Öyle ki, elimizdeki önermelerden küçük bir bölümünü öncül

olarak kullandığımızda geriye kalanları sonuç olarak $_1$ elde edebilmeliyiz. Başka bir deyişle, iyi kurulmuş bir teori dedüktif bir sistemin özelliğini taşır. Bu nedenle teorinin ne olduğunu anlamak için her şeyden önce dedüktif sistemlerin kuruluş ve biçimini tanımaya ihtiyaç vardır.

Bir dedüktif sistemin (“aksiyomatik sistem” de denmektedir) yapısında yer alan nesneleri üç grupta toplayabiliriz:

(1) Sistemin vokabüleri: Teorinin kapsadığı betimleyici terimlerin tümü. İlkel (tanımlanmaksızın alınan) terimler, tanım yoluyla sisteme giren terimler olmak üzere ikiye ayrılır. (Döngül tanımlamaya veya “sonsuz geriye gidişe” düşmeksizin terimlerin tümünü tanımlama olanaksız olduğundan, sezgisel anlamları ile yetinerek belli birkaç terimi tanımlamaksızın kabul etmek, geriye kalanları bu “ilkel” denen terimlere dayanarak sisteme mal etmek yoluna gidilir.)

(2) Sistemin cümleleri: Teorinin kapsadığı teorik ve olgusal genellemelerin tümü; bunlardan teorik nitelikte olup sistemin temel hipotezlerini oluşturan önermelere matematik dilinde “aksiyom” veya “postulat”, hipotezlerden dedüktif çıkarımla elde edilen önermelere “teorem” denir.

(3) Sistemin kuralları: Bunlar da “kurma” ve “çıkarım” kuralları olmak üzere ikiye ayrılır. Kurma kuralları sistemin gramer veya sentaksını oluşturur; sistemin kapsamına giren her önermenin bir “düzgün tam-deyim” olup olmadığını göstermeye yarar. Çıkarım kuralları ise aksiyomlardan önermelerin türetilmesinde mantıksal geçerliliğin korunmasını sağlar.

Şimdi, dedüktif bir sistem mantık ve matematikte olduğu gibi salt bir biçim olabileceği gibi, empirik bilimlerde olduğu gibi olgusal içerikli teoriler de olabilir. Birinci halde, sistemin terimleri, anlamı verilmemiş birtakım simgelerden, cümleleri ise, “formül” denen içi boş cümle kalıplarından ibarettir. Böyle bir sisteme, olgusal hiçbir anlamı olmayan formüllerden kurulmuş mantıksal bir iskelet gözüyle bakabiliriz. Sistemin değerlendirilmesinde olgusal ölçütlere değil, salt mantık ölçütlerine başvurulur ve bunlardan şu üçü en başta gelir:

(1) Tutarlılık,

(2) Tamlık,

(3) Bağımsızlık.

Tutarlılık, mantık yönünden vazgeçilmez bir zorunluluktur. Bir sistemin tutarlı olması, sistemin kapsamında herhangi bir çelişkinin olmaması demektir. Başka bir deyişle, tutarlı bir sistemde sistemin kurma kurallarına göre düzgün tam-deyim sayılan P ve P-değil gibi iki formül birlikte yer almamalıdır. Tamlık, kurma kurallarına göre düzgün tamdeyim sayılan her formülün sistemde ya aksiyom ya da teorem olarak yer alabilmesi demektir. Bağımsızlığa gelince, mantıksal bir gerek olmamakla birlikte, teorem olarak ayırt edilmesi mümkün hiçbir düzgün tam-deyim sayılan formülün aksiyom olarak sınıflanmaması gereğini ifade eder. Bağımsız bir sistem böylece aksiyom sayısı en aza indirilmiş, dolayısıyla mantık yönünden "basit" sayabileceğimiz bir sistemdir. Mantıkçılar ve matematikçiler aynı işi gören iki sistemden daima basit olanı tercih ederler.

Salt biçimsel (formel) bir sistem, tıpkı cebirdeki "x" değişkeninin çeşitli değerler alması gibi, çeşitli "yorumlamalara elverişlidir. Sistemin sözlüğündeki ilkel simgelere verilen anlama göre, aynı sistem herhangi bir alana (fizik, biyoloji, psikoloji, sosyoloji, ekonomi gibi bir bilim dalına veya geometri, aritmetik gibi bir matematik dalına) ilişkin bir teori niteliği kazanabilir. Örneğin gazların kinetik teorisi ile Newton mekaniğinde esnek çarpma teorisi aynı formel sistemin iki ayrı yorumunu oluşturmaktadır. Kuşkusuz mümkün yorumlamalar içinde "önemli" veya "geçerli" diyebileceğimiz olanların sayısı pek az olabileceği gibi hiç olmayabilir de. Salt biçimsel bir sistemin yorumlanması ile elde edilecek bir teorinin geçerliliği her şeyden önce kapsamındaki teoremlerin gözlem veya deney sonuçlarına vurulduğunda doğrulanmasına bağlıdır. Teoremlerden bir veya birkaçının olgulara uymaması teorinin tümünü hemen reddetmemizi zorunlu kılması bile sistemin gözden geçirilmesi gereğini göstermesi bakımından yeterlidir. Oysa teoremlerin tümümün doğrulanması sisteme hiçbir zaman tan bir kesinlik kazandırmaya yeterli sayılamaz.

Bilimsel bir teorinin yapı taşları olan terimler, ister teorik ister olgusal nitelikte olsun, birer kavram simgelerler. Bu terimlerden bir bölümü; özellikle teorik nitelikte olanlar, sistemde belirtik tanımları verilmeksizin yer alırlar. (Gerçi ilkel terimler arasındaki temel ilişkileri dile getiren postulatları bu terimlerin üstü örtük tanımları saymak olanağı vardır.)

Bunlar, daha önce işaret edildiği gibi, teorinin ilkel terimleridir. Diğer bütün terimler ilkel terimlere dayanılarak türetilir. Bunlara türetilmiş veya tanımlanmış terimler denir.

İlkel terimler yer aldıkları sistemin başlangıç “malzeme”sini oluşturduğundan, gerek seçilmeleri, gerek tanımlayan olarak kullanılışları büyük dikkat ve incelik isteyen bir iştir. Örneğin, bilim tarihinde ilk dedüktif veya aksiyomatik sistem olarak ortaya çıkan Öklid geometrisinde “nokta”, “doğru”, “düzlem”, “arasında” gibi terimlerin, tanımlanmış olmakla birlikte, aslında ilkel' terim hizmeti gördüğünü biliyoruz. Öklid'in “noktayı” “parçası olmayan şey”, “doğruyu”, “eni olmayan uzunluk” diye tanımlama yoluna gitmesi kurduğu sistem için gereksiz olmaktan ileri geçmemiştir. Üstelik bu kez, başka terimler, örneğin, “parça”, “en”, “uzunluk” gibi terimler tanımlanmadan kullanılmıştır. Öklid'in ilkel terimleri tanımlama yoluna gitmesi, mantık yönünden önemli bir kusur olmasa da sistemin zarafetini zedelemiştir, denebilir.

Newton teorisinde bu bakımdan daha dikkatli davranıldığı söylenebilir. Burada “hareket”, “zaman”, “uzay” veya “mesafe” gibi birkaç terim ilkel olarak kabul edilmiş, bunlara dayanılarak “hız”. “ivme”, “kuvvet”, “kütle”. “momentum”, “enerji”, “hareket eden cisimler”. “yer değiştirme” gibi terimler tanımlanmıştır. Bu işlemin gerektirdiği titizliği göstermek için “kuvvet” terimini ele alalım. Günlük konuşmada, bu sözcük çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır. Dilimizde “kuvvetli ordu”. “kuvvetli kişilik”, “kuvvet dengesi”, “mali kuvvet”, “kuvvet şurubu” gibi deyimler vardır. Sözcüğün hemen hiçbir kullanımında anlamının açık, kesin ve belirgin olduğu söylenemez. Oysa aynı sözcüğün Newton mekaniğindeki anlamı sıkı bir tanımlama ile açık ve kesin bir nitelik kazanmıştır. Bu sonucu elde etmek için bilim adamı önce “zaman” ve “mesafe” terimlerini kullanarak “hız” terimini, daha sonra sırasıyla “ivme”, “kütle” ve “momentum” terimlerini tanımlama yoluna gitmiştir. Ancak bu zincirleme tanımlamadan sonradır ki, kuvveti momentum’un değişme oranı olarak tanımlamak olanağı doğmuştur.

Günümüzün tanınmış fizikçilerinden Lindsay, bu işlemin önemini şöyle belirtmektedir:

Böyle tanımlanmış kavramlar her teoride önemli yapı taşları

olup, teorinin başarısı bunların tanımlamalarında ulaşılan açıklık ve kesinlikle doğru orantılı olarak artar. Fizik teorilerinin başarısı önemli ölçüde, bilim adamlarının "kütle", "enerji" gibi terimleri aynı anlamda kullanma olanağından ileri gelmektedir. Öte yandan, kimi teorileri sağlam bir temele oturtmada karşılaşılan güçlüklerin büyük bir bölümünün, bu tür terimlerin tanımlanmasındaki dikkatsizliklerden, doğduğu söylenebilir. Gerçekten. "kütle" terimi bir fizikçi için bir anlam, başka bir fizikçi için başka bir anlam taşıyorsa, bu anlam karışıklığı içinde fazla bir ilerlemenin olacağı beklenemez. Bilim tarihinde bu gibi durumlar için pek çok örnek bulabiliriz[68].

Bir teori çerçevesinde kavramlar türetilirken, bunların teorik ve işlemsel (operational) anlamları arasındaki ayrılığı gözden kaçırmamak gerekir. Genellikle, bilim adamları bir kavramı kantitaf olarak belirleyinceye kadar, yeteri açıklığa ve kesinliğe ulaştıklarını kabul etmezler. Bir kavramın kantitatif özellik kazanması ise, o kavramın ölçümünde kullanılması gerekli işlemlerin bilinmesine bağlıdır. Bu tür işlemlerin belirlenmesi, ilişkin olduğu kavramın işlemsel tanımını verir. Ne var ki, işlemsel anlam teorik karakter taşıyan terimlerin anlamını tüketici olmaktan uzaktır. Kuvvet, kütle, enerji, ivme gibi az çok teorik nitelikte olan kavramların, işlemsel anlamlarını aşan daima fazla bir anlamları vardır. Biraz ilerde de göreceğimiz gibi, işlemsel tanımın başta gelen önemi, ilişkin olduğu kavramı olgusal verilere bağlamaktır. Ancak unutmamak gerekir ki, herhangi bir kavram, içinde geçtiği teorinin yapısal bir parçasıdır; aynı teoride geçen diğer kavramlarla çok yanlı bir ilişki ağı içindedir. Teorik anlamı bu çok yanlı ilişkiler içinde oluşuna bir terimin işlemsel olarak belirlenen anlamı eksik, sınırlı ve yüzeyde kalmaktan kurtulamaz. Fizikteki zaman kavramını düşünelim; saatle ölçtüğümüz şey bu kavramın tümünü değil sadece bir parçasını oluşturur. Çeşitli matematiksel denklemlerde zamanı simgeleyen t diğer kavramlarla yakından ilişkilidir ve bu ilişkiler t'nin birtakım işlemlere indirgenemeyecek teorik anlamını oluşturur. Gene günümüzün tanınmış fizikçilerinden bir başkası bu noktaya işaret ederek şunları söylemektedir:

Kabul edilmiş her bilimsel ve ölçülebilir büyüklüğün hiç

değilse iki tanımı olması gerekir. Bunlardan biri formel öteki işlemsel niteliktedir. Kavramların tanımında bu ikili özelliğin gözden kaçırılması halinde bilimlerin nasıl kesinlikten uzak düştüğünü göstermek ilginç bir uğraş olmalıdır. İşlemsel tanımlamanın bir yana itilmesi kısır bir spekülasyona, metafiziğe yol açmakta; formel (veya yapısal) tanımlamanın görmezlikten gelinmesi ise, bizi modern fizik bilimlerin güç ve güzelliğinden yoksun kör empirisizme götürmektedir[69].

Teori-Olgu İlişkisi

Teori konusunda bilim felsefecilerini uğraştıran çetin sorunlardan biri teorik ve empirik kavramlar, ya da bu kavramların içinde geçtiği üst ve alt düzeydeki genellemeler arasında ilişkinin nasıl kurulabileceğidir. Bir tür ilişki kurmaksızın teori ne açıklama ve ön-deme, ne de gözlemsel bilgileri sistematize etme işlevlerini yerine getiremez. Hatta böyle bir teoriyi, içerdiği olgulara giderek doğrulama olanağı olmadığı için, bilimsel bile sayamayız.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, bilimsel bir teorinin başta gelen amacı olgusal düzeyde gözlenen biteviye ilişkileri, gözlem dışı birtakım nesne, süreç veya ilişkileri varsayarak açıklamaktır. Bu nedenle, teorinin öncüllerini oluşturan üst düzeydeki hipotez, yasa veya açıklayıcı genellemelerle alt düzeyde yer alan olgusal genellemeler arasında temel bir fark vardır. Üst düzeydeki genellemelerde teorik terimler geçtiğinden bunları olgularla karşılaştırarak doğrudan test etmeye olanak yoktur. Oysa, alt-düzeyde yer alan genellemeleri doğrudan test edebiliriz. Şimdi, bir olgunun bilimsel açıklanması, o olguyu betimleyen önermenin doğruluğu bilinen birtakım başka önermelerden zorunlu olarak çıkarılabilir olduğunu göstermek demek olduğuna göre, bir teorinin bazı olgusal ilişkileri açıklaması için de o ilişkileri betimleyen genellemelerin teorinin temel hipotez veya yasalarından çıkarılabilir nitelikte olmalarına bağlıdır. Ne var ki, gözlemsel olmayan terimlerin geçtiği genellemelerden yalnız gözlemsel terimlere dayanan genellemeleri nasıl çıkarabiliriz? Bu güçlüğü bir örnekle göstermek için Boyle'un gazlar yasası ile bu yasanın dile getirdiği olgusal ilişkiyi açıklayan gazların kinetik teorisini ele alalım. Hatırlanacağı üzere,

Boyle'un yasası, sabit sıcaklıkta belli miktardaki bir gazın oylumu, üzerindeki basınçla ters orantılı olarak değişir, demektedir. Gazların kinetik teorisi ise gazların gelişigüzel hareket halinde bulunan esnek moleküllerden meydana geldiği temel hipotezini koymakta; ayrıca bu moleküllerin kapladığı yerin ve aralarındaki çekim güçlerinin yok sayılabilecek kadar önemsiz olduğu varsayımına dayanmaktadır. Teoride geçen “esnek molekül” kavramı bir gözlemi değil, tasavvur edilen bir nesneyi ifade etmektedir. Şimdi, bu teorinin, görünürde yakın bir ilişkisi olmayan Boyle yasasını açıkladığı nasıl söylenebilir? Yasanın teoriden kendiliğinden çıkmadığı besbelli ortadadır. Böyle olunca, çıkarımın doğrudan ve kendiliğinden değil, hipotezleri ve hipotezlerdeki teorik kavramları olgusal verilere bir şekilde bağlayan bazı yardımcı ilke veya kurallardan yararlanılarak yapılabileceği kabul edilmek gerekir. Nitekim gazların kinetik teorisinde temel hipotezler dışında bazı yardımcı ilkelerin yer aldığını görüyoruz. Carnap'tan aldığımız aşağıdaki parça bu konuda gereken açıklamayı vermektedir:

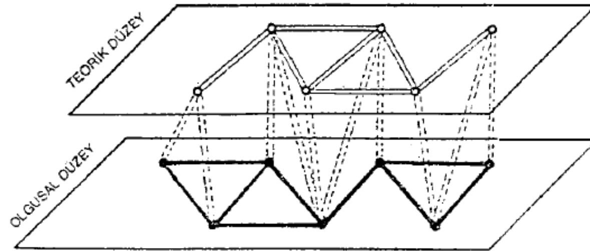
> *Kinetik teori ilk ortaya atıldığında, teorinin yasalarda geçen büyüklüklerin çoğu bilinmemekteydi. Kimse bir molekülün kütlesinin ne olduğunu, veya belli bir sıcaklık ve basınç altında bir santimetre küp gazdaki molekül sayısını bilmiyordu. Bu büyüklükler yasalarda sözü geçen belli parametreler tarafından ifade edilmekteydi. Denklemler kurulduktan sonra, karşılaşım kuralları (correspondence rules) için bir sözlük hazırlanmıştır. Bu karşılaşım kuralları teorik terimlerin gözlemsel olgulara, denklemlerdeki parametrelerin değerlerini dolaylı olarak saptamaya elverecek bir biçimde bağlamıştır. Bu da teoriden empirik yasaları çıkarmaya olanak sağlamıştır. Teorik terimleri olgulara bağlayan karşılaşım kurallarından biri, gazın sıcaklığının, moleküllerin ortalama kinetik enerjisine; bir diğeri, gazın basıncının, gazın içinde bulunduğu kabın iç duvarlar üzerindeki molekül çarpmalarına karşılık olduğunu ifade etmektedir... Böylece, karşılaşım kuralları aracılığı ile, manometre (basınç ölçeği) kullanarak makroskopik düzeyde ölçtüğümüz basınç, moleküllerin istatistiksel mekaniği olarak*

ifade edilebilmektedir[70].

Görülüyor ki, bir teorinin çerçevesinde üç tür önerme yer almaktadır. Teorinin açıkladığı olgusal ilişkileri dile getiren ve yalnız gözlemsel terimlere dayanan genellemeler birinci türü; teorinin görüntüler gerisinde varsaydığı ve gözlenemeyen nesne, süreç veya ilişkileri dile getiren açıklayıcı temel ilke veya hipotezler ikinci türü; temel hipotezlerde geçen teorik terimleri olgusal genellemelerde geçen empirik terimlere bağlayan ve böylece teoriye doğrulanma olanağı sağlayan karşılaşım kuralları üçüncü tür önermeleri oluşturmaktadır. Karşılaşım kurallarına, "köprü kuralları", "düzenleyici tanımlar", "yorumlama kuralları", "işlemsel tanımlar" ... gibi başka isimler de verilmiştir. Karşılaşım kurallarına gördükleri iş yönünden birer "eksik tanımlama" gözüyle bakılabilir.

Burada gözden kaçmaması gereken bir nokta, teorik terimlerle gözlemsel terimler arasında bire-bir bir karşılaşımın söz konusu olmadığıdır. Başka bir deyişle, her teorik terim için bir ve yalnız bir karşılaşım kuralı zorunluluğu yoktur; bir terim için bazen bir, bazen birden fazla olabileceği gibi bazen de hiç olmayabilir. Örneğimize dönecek olursak, tüm moleküller söz konusu olduğunda, "ortalama kinetik enerjisi" terimi için bir karşılaşım kuralı vardır; fakat tek bir molekül söz konusu olduğunda onun "kinetik enerjisi" için bir kural yoktur.

Aşağıdaki diyagram teorinin yapısında ayırt ettiğimiz kavramlar ile bu kavramları birbirine bağlayan önerme çeşitlerinin aralarındaki ilişkileri belirtmektedir:



Diyagramda, alt-düzeyde içi dolu noktalar olgusal kavramları, bunları birleştiren koyu çizgiler teorinin açıkladığı olgusal yasaları işaretlemektedir. Üst-düzeyde içi boş noktalar teorik kavramları, bunları birleştiren çift çizgiler temel hipotez, yasa ve varsayımları göstermektedir… İki düzeydeki

kavramları bağlayan noktalı çizgiler ise karşılaşım kurallarını belirtmektedir.

Fizik bilimlerde manyetik ve çekim alanları, molekül, atom, elektron gibi gözlemsel olmayan nesneler; psikolojide, zekâ, ego, id, süper-egor, libido, sublimation, bilinç, bilinç-altı gibi şeyler teorik nitelikte kavramlardandır. Bilimde böyle gözlemsel olmayan kavramlara neden ihtiyaç vardır?

Daha önce de belirttiğimiz gibi bilimin amacı ilişkileri açıklamak, bu yoldan evreni anlamlı kılmaktır. Bilim, özellikle ilerlemiş bilim kolları, bu açıklamayı gözlemsel olmayan birtakım kavramlara giderek gerçekleştirir. Üstelik, teorik kavramlara gitme, olgusal düzeyde saptanmış ilişkileri ve bu ilişkileri dile getiren empirik genellemeleri daha genel, daha kesin ve daha belirgin kılma yönünden de zorunludur. Bunu bir örnekle göstermek için şu genellemeyi ele alalım[71].

(1) *Suda ağaç parçalan yüzer, demir parçalan batar.*

Gözlemlerimize dayanan bu genellemenin hem kapsamı dar, hem de istisnaları vardır. Bazı ağaç parçalarının suda battığı, içi boş bazı demir kürelerin de yüzdüğü daima gösterilebilir. Demek oluyor ki, bu tür genellemelerin doğruluğu ancak adı geçen nesneler için, o da, bazı koşullar altında söz konusu olabilir. Oysa “özgül ağırlık” gibi bir ölçüde teorik nitelik taşıyan bir kavrama gittiğimizde, nesnelerin suda yüzme ve batması ile ilgili genellemenin hem kapsamı genişlemekte, hem de uygulaması istisnasız bir kesinlik kazanmaktadır[72].

(2) *Özgül ağırlığı bir sıvının özgül ağırlığından hafif olan tüm nesneler o sıvıda yüzer, ağır olanlar batar.*

Bu genelleme, (1)’deki genelleme gibi yalnız ağaç ve demir parçalarını değil tüm nesneleri kapsamakta ve hiçbir istisnaya açık kapı bırakmamaktadır. (1)'deki genelleme günlük gözlemlerimizde değişmez görünen bir ilişkiyi dile getirmekle birlikte “yasa” sayılabilecek nitelikte değildir. Oysa (2)'deki genelleme, çok değişik ve geniş gözlem verileri arasında değişmez, genel ve az çok teorik bir ilişkiyi dile getirmekte, ilk bakışta dağınık ve ilişkisiz görünen olguları sistematik bir biçimde birleştirmektedir.

Kuşkusuz (2)‘deki genellemeyi (1)’dekine üstün kılan bu özellikler, teorik bir kavramın düzenleyici ve açıklayıcı gücünden gelmektedir. Ancak denebilir ki, örneğimizdeki teorik kavrama gitmeksizin de aynı ilişkiyi gözlemsel terimlerle ifade edebiliriz. Gerçekten “özgül ağırlık” işlemsel olarak cisimlerin ağırlık ve hacim büyüklükleri arasında gözlemsel bir ilişkiye indirgenebilir:

$$x'\text{in özgül ağırlığı} = {}_{Dk} \frac{x'\text{in gram olarak ağırlığı}}{x'\text{in } cm^3 \text{ olarak oylumu}}$$

Böyle olunca, (2)'deki az çok teorik nitelikteki genelleme yerine yalnız gözlemsel terimlere dayanan şu genellemeyi kullanabiliriz[73]:

> (3) *Ağırlığının oylumuna bölümü, bir sıvının ağırlığının oylumuna bölümünden az olan cisimler o sıvıda yüzer, fazla olanlar batar.*

Ne var ki, aldığımız örnek için mümkün olan bu sonucu her durumda elde edebileceğimiz, hiç değilse yeterince elde edebileceğimizi sanmak yanlıştır. Çoğu hallerde işlemsel tanımlama, tanıma konu teorik terimin anlamını ya eksik, ya da yüzeysel bir biçimde vermekle kalmaktadır.

İşlemsel tanımlama tam bir tanımlama değildir; tam bir tanımlamada tanımlanan terim ile tanımlayan terimler eşdeğerlik içindedir: Herhangi bir bağlamda biri ötekinin yerine geçebilir. Oysa işlemsel tanımlamanın amacı kavramlar arasında eşdeğerlilik kurmaktan çok teorik kavramlara ölçülebilir karşılıklar bulmak, daha doğrusu gözlemsel olmayan terimleri gözlemsel verilere bağlamaktır. Bir terimin işlemsel anlamı o terimin temsil ettiği kavramı ölçmede kullanılan işlemlerin tümüdür. Bu işlemler eylemsel olabileceği gibi kâğıt üzerinde yürütülen simgesel işlemler de olabilir. Buna göre bir kavramı ölçmede birden fazla işlem türü kullanılıyorsa, o kavramı temsil eden terimin birden fazla işlemsel anlamı var demektir. Herhangi bir terimin işlemsel anlamı ister bir, ister birden fazla olsun, o terimin yapısal anlamını tüketici olmaktan uzaktır.

İşlemsel tanımlamanın konu, yer ve zamana göre değişen biçimleri ne olursa olsun, genel ve temel özelliği, tanıma konu terimin uygulanma

koşullarını nesnel ve güvenilir ölçütler biçiminde belirlemesidir. Örneğin, "bir çözeltiye asidik diyebilmek için, o çözeltinin içine konan mavi turnusol kâğıdını kırmızıya çevirmesi gerekli ve yeterlidir," tanımında "asidik olma" teriminin nesnel ve güvenilir uygulama koşulları belirtilmektedir. Bu örneğin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere işlemsel tanımlamada özellikle iki nokta belirtilmektedir: (1) Belli bazı test koşulları (örneğimizde mavi turnusol kağıdın çözeltiye daldırılması); (2) Beklenen belli bir sonuç (örneğimizde, kâğıdın kırmızıya dönmesi).

Çağdaş psikolojide, "öğrenme yeteneği" dediğimiz zekânın tanımında aynı yolun izlendiğini görmekteyiz. Bir çocuğa veya bir grup çocuğa sorulan sorular test koşulunu, sorulara verilen yanıtlar sonucu gösterir. Birine "üstün zekâlı", "orta zekâlı" veya "düşük zekâlı" diyebilmek için o kimsenin test koşuluna tabi tutulduğunda belli bir puan düzeyine erişmesi, bu düzeyin altında kalması veya üstüne çıkması gerekir.

Bu açıklamalardan, işlemsel tanımlamanın genel biçimini şöyle saptayabileceğimiz sonucu çıkmaktadır:

$$Ts \leftrightarrow (Cs \longrightarrow Es)$$

Formülde T tanımlanan terimi, s terimin uygulandığı durumu (bir nesne, olgu, veya birey). C test koşulunu, E ise beklenen sonucu temsil etmektedir. Formülü, ilk örneğimizle yorumlarsak okuyalım:

Bir çözeltinin asidik sayılması (Ts), ancak ve ancak (↔) içine konan mavi turnusol kâğıdını (Cs), kırmızıya çevirmesi (Es) halinde mümkündür.

Görülüyor ki, bir terimin işlemsel anlamını verme, o terimin objektif uygulanma koşullarını belirleme demektir. Ancak, daha başta belirttiğimiz gibi, bu belirleme pek az durumlarda tam ve kesin olabilir. Gene de unutmamak gerekir ki, bir çeşit işlemsel tanımlamaya gitmeksizin bir teori ne olguları açıklama ve ön-deme, ne de bilgilerimizi sistematize etme işlevlerini yeteri kadar yerine getirebilir. Max Jammer'in dediği gibi, "birtakım yorumlama kuralları olmaksızın hipotetik-dedüktif bir sistem, test edilemeyen veya doğrulanamayan spekülatif bir formalizme dönüşüp yozlaşmaktan; öte yandan dedüktif bir sistemin sağlayacağı teorik nitelikte bir üstyapı olmaksızın, herhangi bir epistemik kurallar sistemi[74], her türlü ön-deme ve açıklama gücünden yoksun, gözlemsel olguların kısır bir

kataloğu olarak kalmaktan kurtulamaz."[75].

Teorilerin Kapsam ve Sınırları

Her teori, gözlem konusu belli olgusal ilişkileri açıklama amacı ile ortaya atılan kavramsal bir sistemdir. Böyle olunca hiçbir teorinin kapsamı, içerdiği yeni gözlem veya deney sonuçları ile zamanla ne kadar genişlerse genişlesin, sınırlı kalmaktan kurtulamaz. Kaldı ki, bütün teoriler onları olgusal kavramlara bağlayan karşılaşım kurallarındaki (veya işlemsel tanımlamadaki) yetersizlik nedeniyle ancak belli alanlara uygulanabilirler.

Çoğu kez ilk kuruluşlarında evrensel nitelikte sanılan teorilerin bile gözlem ve deney alanlarımızın genişlemesine koşut olarak zamanla yetersizlikleri ortaya çıkmıştır. Bunun iyi bilinen bir örneğini, Newton'un evrensel çekim yasası vermiştir. Yüzyılımıza gelinceye kadar bu teorinin geçerliliği evrensel kabul edilmiştir. Ne var ki, bazı yeni gözlemler, örneğin Merkür gezegeninin hareketindeki sapma, özellikle yörüngesinin güneşe en yakın noktadaki gerilemesi, teorinin evrensel geçerlikte olmadığını ortaya koymuştur.

Başka bir örnek: Uzun süre kimyasal valans (birleşme değeri) evrensel nitelikte sanılan "elektron bağı" kavramı ile açıklanmaktaydı. Ancak, benzen halkası ile ilgili ortaya çıkan bazı zorluklar karşısında "elektron bağı" kavramının burada uygulama geçerliği taşımadığı görülmüştür.

Bu örnekleri daha fazla çoğaltmaya gerek yoktur. Belirtmek istediğimiz nokta, baştan görülmese de her teorinin er geç açıklama veya ön-deme gücünü aşan bazı yeni gözlemler karşısında kalacağı gerçeğidir.

Teorilerin sınırlılığını gösteren bu gerçek, aynı zamanda, bilimde yeni atılımların da itici gücüdür. Bilim tarihi, yeni ve daha güçlü bir teorinin ortaya çıkması için daha önceki bir teorinin bazı gözlem verileri karşısında yetersiz kalması gerektiğini göstermektedir. Nitekim Newton çekim teorisinin yetersizliği kapsamı daha geniş bir teoriye, Einstein'ın genel relativite teorisine, yol açmıştır. Aynı şekilde, "elektron bağı" kavramının benzen halkasına uygulanamaması, "kuantum rezonans" denen daha güçlü bir kavramın ortaya çıkmasına yol açmıştır. Her iki halde de yeni teori eski

teorinin kapsamına giren olgularla birlikte kapsamı dışında kalan olguları da açıklama gücünü göstermiştir. Başka bir deyişle eski teori belki bazı değişikliklere uğrayarak yeni teorinin özel bir halini oluşturmuştur.

Demek oluyor ki, bilimsel gelişme, hiç değilse önemli bir bakımdan, giderek daha kapsamlı teorilere geçme gereğinden doğmaktadır. Fizikte, içinde bulunduğumuz yüzyılın başından beri meydana gelen büyük gelişmeler bu yargıyı tümüyle kanıtlayıcı niteliktedir. Bilindiği gibi, klasik Newton mekaniği makro düzeyde büyük bir olgu grubunu, Bohr atom teorisi de mikro düzeyde başka bir olgu grubunu kapsamaktaydı. l925'lerde ortaya çıkan kuantum mekaniği, ilk bakışta, birbiriyle ilişkisiz görünen bu iki teoriyi, bazı yönlerden değişikliğe uğratarak, kapsamında birleştirmiştir. Böylece, hem iki teorinin ayrı ayrı açıkladıkları olguların tümünü tek bir teori altında toplamak. hem de o teorilerin açıklamada yetersiz kaldıkları başka birtakım olguları da açıklamak olanağı doğmuştur. Üstelik, bu tür yeni bir teorinin, kapsamına aldığı önceki teori veya teorilerin, bunlar içinde yer alan yasaların daha belirgin, tutarlı ve açık olmasını sağlama gibi çok önemli işlevleri de vardır. Örneğin Newton teorisi daha önce bulunmuş Kepler ve Galileo yasalarının ancak belli sınırlar içinde geçerli olduğunu; aynı şekilde dalga-teorik optik de geometrik optik yasalarının ancak yaklaşık olarak doğru sayılabileceğini, ışığın türdeş (homojen) bir ortamda bile tam bir doğru çizmediğini, göstermiştir. Bu nedenledir ki, yeni bir teorinin, yerine geçtiği teoriyi veya içerdiği yasaları açıklama yanında onları düzelttiği de söylenebilir[76].

Bilimde giderek daha genel ve kapsamlı teorilerin ortaya çıkması, yakın bir gelecekte olmasa bile bir gün tüm olguları kapsayan tek bir teoriye ulaşılacağı olasılığını akla getirmektedir. Nitekim Einstein'ın yaşamının son yirmi beş yılında kurmaya çalıştığı “birleşik alanlar teorisi” bu yolda atılmış ciddi bir adımdır. Einstein'ın amacı birkaç temel ilkeden fiziğin tüm yasalarını çıkarmak ve böylece dağınık ve bağımsız görünen fiziksel kuvvetleri tek bir teori çerçevesinde birleştirmekti. Böyle bir teori yalnız bilinenleri sistemetize etmekle kalmayacak, henüz bilinmeyen birtakım olguların ve doğa kuvvetlerinin de ortaya çıkmasını sağlayacaktı. Birçokları için bir hayal, bir fantezi gibi görünen bu girişim aslında fizikte çok iyi bilinen bir gözlemi hareket noktası almıştır. Bu da evrende temel olgulardan sayılan üç kuvvetin, yani evrensel yer çekimi, elektrik ve manyetik çekim

kuvvetlerinin, matematiksel ifadelerinin özdeş diyebileceğimiz biçimde olmasıdır{77}.

Newton tarafından formüle edilen yerçekimi yasası:

$$(1) \quad F = \frac{G\, m_1\, m_2}{d_2}$$

(Formülde, m_1 ve m_2 herhangi iki cismin kütlelerini, d kütleler arasındaki mesafeyi, G ise gravitasyon değişmezini göstermektedir.)

Coulomb'un formüle ettiği elektrik çekimi yasası:

$$(2) \quad F = \frac{G\, q_1\, q_2}{d_2}$$

(Formülde q_1 ve q_2 negatif ve pozitif elektrik yüklerini, d iki yük arasındaki mesafeyi, C ise bir değişmez değeri temsil etmektedir.)

Aynı yapısal nitelikte olan aşağıdaki formül de farklı iki manyetik kutup arasındaki çekim gücünü dile getirmektedir:

$$(3) \quad F = \frac{K\, M_1\, M_2}{d_2}$$

(Formülde M_1 ve M_2 kuzey ve güney kutup çekim güçlerini, d iki kutup arasındaki mesafeyi, K değişmez bir değeri göstermektedir.)

Gerçekten ayrı zamanlarda değişik bilim adamları tarafından formüle edilen bu çekim güçlerinin matematiksel yönden aynı biçimde olması bu güçlerin temelde aynı olduğu, hiç değilse ortak bir temele dayandığı olasılığına yol açmış, dolayısıyla “birleşik alanlar teorisi” için beslenen umudu kuvvetlendirmiştir.

Teori: Buluş mu? İcat mı?

Bilimsel bir teorinin ortaya çıkması çeşitli yorumlara yol açmıştır. Bunlar arasında iki tanesi özellikle gözden geçirilmeye değer. Birinci yoruma göre teori, indüktif genelleme ve soyutlama yoluyla gözlemlerden elde edilir; ikinci yoruma göre ise, teori "insan zekâsının serbestçe yarattığı" kavramlardan oluşur; ortaya çıkışı olgulardan bağımsızdır. Genellikle birinci yorumun empirik eğilimli düşünürlerin, ikinci yorumun rasyonalist eğilimli düşünürlerin görüşlerini yansıttığını söyleyebiliriz.

Birbiriyle bağdaşır nitelikte olmayan bu yorumların her ikisini birden doğru sayma olanaksız olduğundan, birinden birini reddetmek veya ikisini de bazı yanları ile kapsayan bir üçüncü görüşe gitmek gereği ile karşı karşıyayız demektir. Ama her şeyden önce söz konusu iki yorumu biraz yakından tanımaya ihtiyaç vardır.

Birinci yorumu Newton'un kaleminden okuyalım:

> *...ben hipotez ileri sürmüyorum: Çünkü olgulardan çıkarılmayan her şey hipotez sayılmak gerekir. Hipotezlerin ise, ister metafiziksel, ister fiziksel olsun, ister gizli, ister mekanik niteliklere ilişkin olsun, deneysel felsefede (Newton, "deneysel bilim" demek istiyor) yeri yoktur. Bu felsefedeki tekil önermeler olgulardan elde edilir, daha sonra indüksiyon yoluyla genellemeye dönüştürülür. Hareket ve gravitasyon yasalarının ... bulunuşu işte bu yoldan olmuştur.*

Gerçi Newton'un bu görüşü ile gerçek davranışı arasında tam bir tutarlık yoktur (onun maddenin atomlardan, ışığın taneciklerden meydana geldiği ... gibi hipotezler ortaya attığı bilinmektedir); ne var ki, ona göre bilim, olgular üzerinde hipotezler kurarak değil, olgulardan indüktif genellemelere giderek ilerler.

İkinci yorumu temsil eden Einstein için ise, bilimsel teorilerin kaynağı olgular değil, insan kafasının yaratıcı gücüdür. Bir teori ne indüktif genelleme, hatta ne de, soyutlama yoluyla olgulardan çıkarılabilir. Çünkü olgulardan teorik kavramlara bizi götüren bir yol yoktur. Tam tersine, olgu dünyası ile kavram dünyası arasında mantıksal olarak bağlanması olanaksız bir açıklık vardır. Örneğin, sayı sistemi gibi teorik kavramların olgulardan çıkması olanaksızdır. Bunları insan zekasının serbestçe ve olgulardan

bağımsız biçimde yarattığı simgeler olarak kabul etmek gerekir.

Bu kısa açıklamadan da anlaşıldığı üzere Newton için teori bir buluş (discovery), Einstein için bir icattır (invention). Bilim tarihinde her iki görüşü de destekleyici örnekler vardır. Kepler, Boyle, Faraday, hatta bir ölçüde Calile-o'nun çalışmaları teorinin buluş olduğu görüşüne ağırlık kazandırıcı niteliktedir. Bu tür bilginlerin, fiziksel değişkenler arasında deneysel verilere dayanarak birtakım ilişki bulma çabasını sürdürdüklerini görüyoruz. Öte yandan Maxwell, Einstein, hatta Newton gibi kavramsal düzeyde devrim yapmış bilginlerin çalışmaları teorinin salt icat olduğu görüşünü destekler niteliktedir. Gerçekten, bilim tarihi bir açıdan bir dizi buluşun bir birikim gibi görünürken, diğer bir açıdan sayılı ve köklü teorik dönüşümlerin bir alanı gibi görünmektedir. Aslında teori ne salt bir buluş ne de katıksız bir icattır. Salt bir buluş sayılması, teorinin gözlemlerle saptanmış birtakım olgusal ilişkileri dile getiren bir betimleme aracı sayılması demektir. Örneğin, gazların kinetik teorisi bu görüşe göre, birtakım olguları betimleyen bir genellemeden başka bir şey değildir. Teoride sözü geçen görünmez ama hızlı hareket halindeki molekülleri, kavramsal düzeyde bir varsayım olarak değil, gazlan gerçekten meydana getiren nesnel şeyler olarak düşünmek gerekir. Daha açık bir deyişle, söz konusu teoriyi doğru kabul etmek, gazların gerçekten görünmeyen birtakım moleküllerden meydana geldiğini de kabul etmek demektir.

Bu görüşün ilk bakışta sanıldığı kadar sağlam olmadığı kolayca gösterilebilir. Teori olgusal bir betimlemeden başka bir şey olmasaydı, aynı olgu kümesi için birbiriyle bağdaşmaz fakat aynı derecede geçerli ya da işlevleri yönünden denk iki veya daha fazla teori için olanak olmazdı. Örneğin, ışık ile ilgili kırılma, yansıma, yayılma gibi olguları hem dalga hem de parçacık kavramıyla açıklamak mümkün olmamalıydı. Üstelik, teori olgusal bir betimleme ise bir kez doğrulandıktan sonra bir daha yanlışlanma olasılığı kalmamak gerekir. Oysa bilim tarihi bu olasılığın hiçbir zaman kaybolmayacağını göstermektedir.

Öte yandan teoriyi bir icat saymanın da kendine göre zorlukları vardır. Olgulardan bağımsız, saltdüşünsel yoldan ulaşılan bir teorinin olgulara uyma özelliği nereden gelmektedir? Nasıl oluyor da aynı alanda ortaya atılan iki alternatif teoriden biri diğerinden açıklama ve ön-deme

bakımından daha güçlü oluyor? Bunları birer rastlantı saymayacaksak, teorinin olgulardan bağımsız, serbest icat olduğu görüşü nasıl savunulabilir? Aynı olgu kümesine ilişkin birçok teori ortaya atma olanak dışı olmadığına göre, bunlar arasında en uygununa isabet son derece zayıf bir olasılıktır. Öyle ise, nasıl oluyor da bilim adamları deneme ve yanılma yoluna gitmeksizin veya sonucu şansa bırakmaksızın başarılı teorilere ulaşabiliyorlar?

Görülüyor ki, bilimsel bir teoriyi ne ilişkin olduğu olguların bir resmi, ne de olgulardan bağımsız serbest bir icat sayabiliriz. Teoride her iki özellik de vardır. Teori kavramsal bir sistem olarak elbette insan zekâsının bir ürünüdür; onu doğada bulma olanağı yoktur. Ancak bu ürün insan zekâsı ile doğa verilerinin karşılıklı etkileşiminden doğar. Olguların gerekleri ve koşulları dışında oluşturulan, onların sezgisine dayanmayan teoriler sorumsuz birer fantezi olmaktan ileri geçemezler. O halde, teori bir yanı ile bir buluş, diğer yanı ile bir icattır. Bu iki yanlı özellik bize teoriyi doğanın düpedüz bir tasviri sayma kadar, doğadan bağımsız, katıksız zihinsel bir ürün saymanın da yetersizliğini gösterir. (Bkz. Ek 11: — Teorik Fiziğin Metodu Üzerine, A. Einstein; — Ek 12: — Bilimde Bunalım ve Teorilerin Ortaya Çıkışı, T. S. Kuhn.)

Dördüncü Kesim

BİLİMİN İNSANCIL SORUNLARI

Bu kesimde, kısaca, bilime gösterilen tepkiler, bilim ile hümanizmin *ilişkisi tartışılmıştır.*

XIV. BÖLÜM

BİLİM İNSANCIL DEĞİL Mİ?

Bilime Tepki

Bilimin değeri üzerinde eskiden beri sürüp gelen fikir ayrılıkları günümüzde daha da derinleşmiş görünmektedir. Bir uçta, bilimi, bilgiye giden tek yol, yaşamın en güvenilir rehberi sayanlar, öbür uçta, tam tersine, bilimden korkan, kuşkulanan, onu değersiz veya zararlı sayanlar yer almaktadır. Bu sonunculara göre bilim daima yüzeyde kalan, kişinin ve toplumun sorunlarına inemeyen, çoğu kez yanlış ve bazen tehlikeli bilgiler üreten, yaşamaya birçok kolaylıklar getirirken, insanlığın felaketini de hazırlayan bir araştırma tekniğinden başka bir şey değildir.

Doğa bilimlerinin entelektüel ve moral değeri üzerindeki kuşku ve kaygılar yeni değildir. Sokrates'ten beri giderek büyüyen bir tepki karşısında olduğumuz yadsınamaz. Tepkinin din, metafizik, tutuculuk, geleneksel ahlak anlayışı, yer yer sanat ve edebiyat çalışmaları gibi çeşitli kaynaklara dayandığı görülmektedir. Galileo, Darwin, Freud gibi bilim adamlarına din ve ahlak adına gösterilen tepkiler çoğumuzun belleğinde canlı örnekler olarak yer eden olaylardan birkaçıdır.

Tarih boyunca bilime yöneltilen suçlamaları şu dört noktada toplayabiliriz:

(1) Bilimin teknolojideki uygulamalarının yol açtığı endüstriyel düzende, insanlığın yüzyılların derinliğinden süzülüp gelen entelektüel, moral ve sanat değerleri hızla kaybolmakta, yerlerine köksüz, çoğu kez anlamsız ve geçici birtakım davranış, düşünme ve duyuş biçimleri geçmektedir.

(2) Bilim, insanların daha rahat ve güvenli yaşaması için birçok kolaylıklar sağlamak yanında toptan yok olma gibi bir sonucun tehlikesini de getirmiştir.

(3) Bilim materyalisttir, hiç değilse materyalist bir dünya görüşüne yol açacak niteliktedir. Bilimde evreni ve evrendeki düzeni Tanrısal bir güçle değil, nedeni gene doğada olan mekanik kuvvet ve hareketlerle açıklama yoluna gidilir. Bu ise, ruhun evren içindeki yerini, dolayısıyla Tanrıyı yansıtan insan varlığının önemini yadsıma demektir.

(4) Bilimsel betimleme ve açıklamaya konu olgular çoğu kez ya yaşantımız dışında kalan ya da yaşantımızın sadece herkese açık, nesnel ve genel yanlarını kapsayan olgulardır. Bu nedenlerle yaşantımızın asıl sıcak ve canlı içeriğini oluşturan öznel, bireysel, ilgi ve değer yargılarımıza bağlı olgular ise bilim dışı kalmakta, dolayısıyla insan kendini tanıma olanağını kaybetmekte, kendi gerçeğine yabancılaşmaktadır.

Kitabımızın bundan önceki bölümlerini dikkatle okumuş okuyuculara bu suçlamaların haksızlığını söylemeye gerek yoktur. Bilim ne insanlığın tüm sorunlarını çözme iddiasını gütmüş, ne de sanatın, edebiyatın, felsefenin ve dinin yerini almak istemiştir. Bilim insanlar için önemli bazı sorulara yanıt aramamışsa, bu sorulan reddettiğinden veya yok saydığından değil, bilimsel yöntemin, bu tür sorunları incelemeye yeterince elverişli olmamasındandır. Bu arada telkin ve eğitimle sürdürülen bazı inanç ve alışkanlıkların boş ve temelsiz olduğu ortaya konmuşsa, bunun insanlığın zararına değil yararına olduğunu kabul etmek gerekir. Bilim yüzyılların sınavından geçmiş değerleri yadsıma yoluna gitmemiş, sadece değer sanılan bazı hurafeleri reddetmiştir. Bilimin yol açtığı büyük teknik olanaklar, insanlığın refahı ve mutluluğu için olduğu kadar insanların birbirini ve doğanın güzelliklerini yok etme yolunda da kullanılabilir. Ama insanlar, kendiliklerinden ne iyi ne de kötü olan teknik olanakları kötü amaçlar için kullanırlarsa bundan bilimi

değil insanları sorumlu tutmak gerekmez mi? Russell'ın dediği gibi,

> *... bilgelikle (hikmetle) birleşmeyen kudret tehlikelidir ve çağımız için gerekli olan şey de bilgiden çok bilgeliktir. Bilgelikle birleştiğinde bilimin sağladığı kudret tüm insanlığa büyük ölçüde refah ve mutluluk getirebilir; tek başına yalnız yıkıntıya yol açabilir*[78].

Bilime yöneltilen eleştiri ve suçlamaların çoğunluk yanlış anlama ve yorumlara dayandığı söylenebilir. Ama özellikle son zamanlarda yükselen bazı seslerde yıkıcı ve düşmanca bir eğilimin baskın hale geldiği gözden kaçmamaktadır. Bilimi gözden düşürme, dahası büsbütün yıkma amacına yönelik bu yeni tepki yarı felsefi yarı edebi bir karakter taşımaktadır. Tepkiyi gösterenler de, herkes gibi, bilimin insan yaşamına getirdiği refah olanaklarını kabul etmektedirler. Ancak bu kolaylıkları sağlayan teknolojik süreçlerin gerisindeki düşünme biçimini küçümsemekte, onda entelektüel bir değer görmemektedirler. O kadar ki, onların gözünde “bilim adamı” dediğimiz teknisyenler veya uzmanlar, eski çağlarda kaba işleri gören kölelerden pek farklı değildir. Bilimsel düşünmenin kendisi bile mekanik niteliktedir. Bacon, bir yerde, “Hayvanlar yaratılışları gereği pek çok buluşlar ortaya koymuşlardır; oysa insanlar tartışma ve akıl yürütme yolundan ya hiç, ya da pek az buluşta bulunmuşlardır.” diye yazmış. Bu cümleyi tepkilerine basamak yapanlar, daha da ileri giderek bilim adamlarını “barbar” diye nitelemişlerdir. Jose Ortega y Gasset'in *Yığınların İsyanı* adlı kitabından alınan aşağıdaki parçalar suçlamanın nereye kadar gittiğini göstermesi bakımından üzerinde durulmaya değer:

> *Herhangi bir bilim adamı yığın-adamının tam bir prototipidir. Onun bu özelliği ne rastlantı, ne de bireysel yetersizlik gibi bir nedenle açıklanabilir: onu bir yığın-adamı, bir ilkel yaratık veya modern bir barbar yapan şey düpedüz bilimin kendisidir. Deneysel bilim ilerlemesini şaşırtıcı derecede sıradan, hatta sıradan olanın da altında olan kimselerin çalışmasına borçludur. Demek oluyor ki, modern bilim hiçbir özelliği olmayan sıradan insanların çalıştıkları, başarılı sonuçlar elde edebildikleri bir alandır. Bunun nedenini, yeni bilimin ve temsil ettiği uygarlığın hem büyük avantajı, hem de*

çok ciddi tehlikesi olan makineleşmede aramak gerekir. Fizik veya biyolojideki çalışmaların oldukça önemli bir bölümünü herkesin, ya da hemen hemen herkesin, becerebileceği mekanik türden işler kapsamaktadır... Bu işler tıpkı bir makine işletilir gibi yapılır, hatta göz kamaştırıcı birçok sonuca, bu sonuçların anlam ve temelleri üzerinde hiçbir belirgin kavrama sahip olmaksızın da ulaşılabilir. Belli bir alanın uzmanına entelektüel diyemeyiz; çünkü o kendi dar alanına girmeyen hiçbir şeyi bilmez. Öte yandan ona "cahil" de demek güçtür; çünkü o bir "bilim adamı"dır, evrenin son derece küçük bir parçasını iyi bilir. Ona belki "bilen cahil" demek en yakışanıdır... "Bilim adamı" dediğimiz kimselerin politika, sanat, din gibi konularda ve yaşamın tüm genel sorunları karşısında ne kadar zavallı kaldıklarım isteyen herkes gözleyebilir[{79}].

Ortega y Gasset'in görüşünü paylaşan başka yazarlar da vardır. Bunlardan W. Macneile Dixon kendi deyişi ile bilimin insan-dışı niteliğine değinmekte ve "Bilim insana ilişkin her şeyin gözden uzak tutulduğu bir dünya anlayışıdır." demektedir. Ona göre, "Bilimin temelinde, insandan uzaklaşıldığı ölçüde gerçeğe yaklaşılacağı; bizim için gerçekten önemli olandan, en derin ilgi ve sempatilerimizden bilimin taş kalpli evrenine yöneldiğimiz ölçüde, "doğru"ya ulaşabileceğimiz varsayımı yatmaktadır." Kenneth E. Boulding adlı başka bir yazar bilime karşı dünya ölçüsünde yaygın gördüğü tepkiyi bir cümlede şöyle özetlemektedir:

Bilimi, yanıtlandırılması güç önemli sorular yerine, yanıtlandırılması kolay önemsiz soruları koyan bir uğraş olarak tanımlayabiliriz[{80}].

Yüzyılımızın başlarında, özellikle matematik ve fizikte baş gösteren krizin yol açtığı şaşkınlık ortamında, "bilimin iflası" günlük konuşma konusu olmuştur. Bergson'un geniş çevrelerde moda haline gelen irrasyonel felsefesi Spengler ve Pareta gibi yazarların "kültürel fatalizm"i bu dönemde boy veren ürünlerdir. Bergson, bilimsel yöntemin yalnız fiziko-kimya alanına giren olguları incelemede etkin ve geçerli olabileceğinden bahsetmekte, görüntülerin gerisindeki asıl gerçeğin, "entelektüel sempati"

dediği bir tür sezgi ile ancak kavranabileceğini ileri sürmekteydi. Spengler ise tüm batı uygarlığı ile birlikte bilimin de son aşamasına eriştiğini, “alın yazısı” saydığı çöküntüden kurtulamayacağını iddia ediyordu. Ona göre ne bilim, ne de, matematik evrensel nitelikte değildir; batı uygarlığı da her uygarlık gibi kendisini niteleyen değerler dizgesi, bu arada bilim ve matematik, ile birlikte çökmeye mahkûmdur.

Bu tür temelde fatalist ve karamsar olan görüşler, bilimden beklediğini bulamamanın hayal kırıklığı içine düşen kuşaklar için hiç değilse bir süre çekici olmuştur. Gerçekten umulan sonuç elde edilememişti: Bilim insana kendi yaşamının, evrendeki varlık macerasının sırlarını öğrenme olanağını sağlamamıştı, sağlayacağı da yoktu. Hayal kırıklığı güvensizliğe dönüşmüş, insanlar dinsel metafizik veya ideolojik türden bilim dışı öğretilere dönmüşlerdi. Bilimden bu uzaklaşma Ortega y Gasset'de olduğu gibi yer yer bilime karşı aktif bir düşmanlık veya saldın biçimi de almıştır. (Bkz. Ek: 13 — Bilimsel Metodun Kökeni ve Niteliği. B. Russell.)

Bilim Adamlarının Sorumluluğu

Bilime yöneltilen saldın ve suçlamalar karşısında bilim adamları çoğunluk ya kayıtsız kalmakta, umursamaz bir tavır takınmakta, ya da suçlayanları ve bu arada kamuyu, bilimin entelektüel güzelliğini, moral ve insancıl üstünlüğünü anlamak için gerekli eğitimden, belki de gerekli yetenekten yoksun sayarak kendilerini savunmaktadırlar. Kuşkusuz, bunda bir gerçek payı yok değildir. Ne var ki, bu tür savunma bile bilime karşı tepkinin ortaya çıkmasında ve büyümesinde bilim adamlarının hiç değilse bir ölçüde sorumlu tutulabileceğini göstermektedir. Her şeyden önce bilim adamlarının, bilimi halka indirme, halk için anlamlı kılma yolunda özel bir çaba gösterdikleri söylenemez. İçlerinden bir çoğunun, üstelik, kullandıkları araç ve teknikler karşısında insanların hayret ve şaşkınlık göstermelerini kendileri için bir üstünlük, bir övünme ve gurur fırsatı sayma eğiliminde olduğunu görüyoruz. Bilimi, bir çeşit insan üstü bir zekâ, bir deha işi gibi gösterip, küçük bir “seçkin”ler grubunun tekelinde tutma eğilimi bilimsel düşünmenin evrensel ve insancıl niteliğine aykırı olduktan başka, bilime karşı gelişen tepkinin de önemli bir nedeni olmuştur. Bilim adamları elde ettikleri sonuçları ve bu sonuçlara ulaşmada kullandıkları yöntemi yalnız

kendilerinin anlayacağı dil ve biçimde ortaya koymakla yetinmemeliler, bunları, aynı zamanda genel ilgiye hitap edecek biçimde, bilimsel düşünmenin yaratıcı ve entelektüel niteliklerini özellikle belirterek sunma yoluna da gitmelidirler.

Bilimin yanlış anlaşılmasında bilim adamlarının bir başka tutumunun daha rol oynadığı söylenebilir. Bilim adamlarının pek çoğu sürdürdükleri temel ve teorik araştırmalarını kamu gözünde haklı göstermek için er *geç* elde edilecek pratik faydalara işaret etmeyi gerekli saymakta, ancak ortaya çıkacak bilgi ve anlayışın asıl kendi içindeki değeri üzerinde durmamaktadırlar. Oysa felsefe gibi bilimin de kökeninde evreni anlama ve bilme merakı, insanoğlunun olup bitenleri açıklama ihtiyacı yatmaktadır. Sokrates tüm yaşamını, bilmek ve "doğru"ya ulaşmak çabası içinde geçirmiştir. Aristoteles ünlü Metafizik adlı yapıtına şu cümle ile başlar: "Bütün insanlar yaratılışları gereği öğrenmek isterler." Öklid'den geometri dersi almaya başlayan biri, ilk teoremin ispatını gördükten sonra, "İyi ama bu şeyleri öğrenmek bana ne kazandırır," diye sorunca, Öklid kölesini çağırarak "Buna üç kuruş ver, çünkü öğrendiklerinin kendisine kazanç sağlamasını istiyor," der. Bilimin teknolojik uygulamasından çok önceleri Batlamyus bilgi aşkını etkileyici bir dille ortaya koymuştu: "Ölümlü olduğumu, bir günlük bir yaratık olduğumu biliyorum; ne var ki yıldızların karmakarışık dönen helezonlarını incelemeye koyulunca ayaklarım yerden kesilir, Zeus'un katında tanrıların yiyeceği "ambrosia"dan bol, bol nasibimi alırım." Kepler gezegenlerin hareketleri ile ilgili ilk buluşunu yaptıktan sonra aynı tutkuyla şöyle diyordu: "On sekiz ay önce tanyeri ağarmıştı benim için: üç ay önce gün doğdu; birkaç gün önce de göz kamaştırıcı parlaklığı ve tüm yüceliği ile güneş!"

Eski Yunanlılardan beri sürüp gelen bu katıksız bilgi tutkusu, Kepler'den günümüze kadar, daha birçok seçkin bilim adamında kendini göstermiştir. Ne var ki, Francis Bacon'dan bu yana bilimin evreni anlama amacı yanı sıra insanoğlunun doğa güçleri üzerindeki egemenliğini kurma amacının da giderek artan ölçülerde önem kazandığını görüyoruz. Özelikle endüstri devrimi ile birlikte bilimden beklenen pratik sonuçlar ön plana geçmiş, bilim adamlarının meslek anlayışlarında gözle görülür bir değişiklik olmuştur. Kuşkusuz, her dönemde tüm insanlar gibi bilim adamlarının da görüş ve davranışları toplumsal koşulların etkisinde biçimlenmektedir. Bu

nedenle eski ve orta çağlardaki bilimsel çalışmaların pratik kaygılardan tümüyle uzak olduğunu söylemek güçtür. Şu kadar ki, endüstri devrimine gelinceye kadar teorik bilgilerdeki geniş ilerlemelere karşılık, elde edilen pratik yararların cılızlığı göz önünde tutulursa, bu dönemlerde bilgiden kendi dışında yarar beklemenin bilim adamları için pek de önemli olmadığı sonucunu çıkarabiliriz. Endüstri devrimine yol açan koşullar arasında bilim adamlarının görüşlerindeki değişikliğin önemli bir yer tuttuğu söz götürmez elbette. Ne var ki, bu değişiklik kendini en keskin bir biçimde 19'uncu yüzyılda göstermiştir. Bunun çok canlı bir örneğini o dönemin tanınmış fizik bilgini Lord Kelvin (William Thompson)'da görüyoruz.

Kelvin bilim kariyerinin ilk döneminde son derece başarılı bir teorik araştırmacı idi. Daha otuz üç yaşına gelmeden, termodinamiğin temelini kuran, ışığın elektro-manyetik teorisi için Maxwell'e gerekli matematiksel ipuçlarını sağlayan ve Hertz'in radyo dalgalarını bulmasına yol açan bilimsel yayınlarda bulunmuştu. Ama bu çok önemli teorik çalışmalarını sürdüreceğine, Kelvin ilgisini teknik gelişmelere yöneltti ve büyük bilginler arasında endüstriyel araştırma amacı ile ilk laboratuvarı kurdu. Kelvin'de meydana gelen bu değişikliğin 19'uncu yüzyılın belki de en belirgin özelliğini simgelediğini söyleyebiliriz{81}.

Faraday ve Pasteur gibi büyük bilim adamlarımın tutumlarında da ilginç yönler göze çarpmaktadır. Hiçbir maddi kazanç amacı gütmeksizin tüm yaşamını deneysel bilime veren Faraday'ın bilimin teorik sonuçlarını değil, tam tersine, pratik sonuçlarını önemsemiş olması garip de görünse bir gerçektir. Elektro-manyetik indüksiyonu ile ilgili buluşunun önemini Faraday, endüstride uygulamasına geçilince devlet için yeni bir vergi kaynağı sağlayabileceğine bağlamıştı. Faraday'ın kendi katıksız bilim tutkusunun önemini görmezlikten gelip bilimin pratik sonuçlarını belirtme yoluna gitmesi yaşadığı dönemin karakterini göstermesi bakımından ilginçtir.

Pasteur'a gelince, onun da Kelvin'e benzer bir gelişimi olmuştur. Pasteur pratik sonuçlara yönelik çalışmalara dönmeden önce teorik çalışmaları ile tanınmış bir bilgindi. Onun 1847-1857 yıllarında üzerinde çalıştığı konuların (moleküler strüktürün optik aktivite ile ilişkisi, canlılığın kökeni üzerinde stereoisrnerizm'in etkisi, gibi) pratik hiçbir önemi söz konusu

değildi. Ne var ki, zamanla Pasteur de çağının etkisinden kurtulamadı; teorik çalışmaları, yerini, fermantasyon, mikrobik hastalıkların oluşumu gibi doğrudan pratik nitelikte çalışmalara bıraktı. O kadar ki, Pasteur'ün, bilimin evreni anlama amacını bir yana iterek açıkça sağlayacağı ekonomik yarar üzerinde ısrarla durduğunu görüyoruz. İnsanoğlunun doğa üzerindeki egemenliğini artırmayı, toplumun yaşam koşullarını düzeltmeyi buluşlarının biricik önemi olarak gösteriyor ve şöyle diyordu: “Yaşamını bilime adamış bir kişiye, hiçbir şey giderek artan buluşlarından daha fazla mutluluk veremez; ancak bu buluşlar pratik uygulamalara konduğunda onun mutluluk kadehi büsbütün dolmuş olur.”[82]. Bununla beraber Pasteur kristaller ve canlılığın kökeni üzerindeki teorik çalışmalarını sürdüremediğinden duyduğu üzüntüyü gizleyememiş, hatta zaman zaman birtakım rastlantıların etkisi altında pratik sonuçlu çalışmalara giriştiğini açıklamaktan geri kalmamıştır.

Günümüzde de birçok seçkin bilim adamı, ya Pasteur ve Faraday gibi, çalışmaların pratik sonuçlarını belirterek haklı gösterme çabasına düşmekte, ya da bu çalışmaların kendilerine sağlayacağı sosyal prestij ve şöhret arkasına düşmektedirler. Max Planck'ın dediği gibi, “Bilim adamını mutlu yapan şey gerçeği bulmuş olmak değil, belki gerçeği aramanın kendisine sağladığı başarıdır. “

Hiç şüphe yok ki, endüstri devriminden günümüze kadar bilim adamının görüş ve tutumunda gözlenen bu oluşum, bilime karşı giderek büyüyen tepkinin etkinliğini artırma yönünde önemli rol oynamıştır.

Bilim ve Hümanizm

Bilim adamını pratik sonuçlara yönelik. faydacı, doğanın ve sanatın güzelliklerine kapalı, üstelik dar kafalı olmakla suçlama, görünürde bazı haklı nedenlere dayalı olsa bile, temelde haksızdır: Birtakım duygusal ve yüzeyde kalan iddialardan ileri geçmemektedir.

Aşın ve dar uzmanlaşmanın bilim adamını bir teknisyene dönüştürdüğü, bilime de belki tehlikeli bir nitelik kazandırdığı söylenebilir. Gerçekten kendi sınırlı araştırma konusu ile uygarlığın temel sorunları arasında ilişki aramayan, buluşlarının geniş sosyal ve kültürel sonuçlarına kayıtsız kalan

bir bilim adamına, buluşları insan yaşamı için ne denli yararlı olursa olsun, hümanist açıdan yarı “barbar” gözüyle bakılabilir. Ne var ki, endüstri toplumunun bir gereği ve özeliği olan dar uzmanlaşmayı bilimin kaçınılmaz bir sonucu imiş gibi görmek yanlıştır. Kuşkusuz bilimsel ilerleme uzmanlaşmaya yakından bağlıdır. Ama dar bir alanda derinleşme demek olan uzmanlaşmanın kendiliğinden bir değer olmadığı, geniş kültür ilişkileri içinde ancak bir anlam taşıyabileceği de gözden kaçmamalıdır. Bu noktaya işaret eden çağımızın ünlü fizik bilginlerinden Erwin Schrödinger bilim adamlarına şöyle seslenmektedir:

> *Üzerinde çalıştığınız konunun, insan yaşamının trajik-komedi olan büyük ‘performans'ı ile ilişkisini hiçbir zaman gözden kaçırmayınız; pratik yaşamdan çok asıl yaşamla; yaşamın çok daha önemli olan ideal koşulları ile ilişkinizi sürdürünüz ve yaşamın sizinle temasını koruyunuz. Eğer uzun sürede herkese ne yapmakta olduğunuzu anlatamazsanız, yaptığınızın hiçbir değeri olmayacaktır*[83].

Ne yazık ki, bilimin, kültürün diğer kolları ile ilişki kurması şöyle dursun, kendi içinde bile ilişkileri güçleşen birtakım bölünmelere uğradığını görmekteyiz. Bu gidiş, C.P. Snow'ın dediği gibi “iki kültür” değil, belki “çok kültür” sorununa yol açmaktadır. Bilim kendi içindeki bölünmeleri bir gün daha geniş bir çerçevede bütünleşmeye dönüştürse bile (ki bu oluşum için ortada henüz bir belirti yoktur), hümanist gelenekle kopmuş bağlarını nasıl kurabilecektir? Birbirinden uzak, birbirinin diline, düşünme ve duyma biçimlerine yabancı iki entelektüel grup: Bir yanda kaynağı Homer, Platon, Virgil, Dante, Shakespeare'e dayanan geleneksel kültürün temsilcisi, diğer yanda bu gelenek dışında nesnel ve soyut bir nitelik taşıyan bilimsel düşünme temsilcileri. İki kamp arasındaki ayrılık, pek çok kimsenin sandığı kadar derin ve köklü müdür, acaba? Yoksa göze çarpan ayrılık sadece yüzeyde olup, temelde iki düşünme türünü birleştiren birtakım ortak nitelikleri ayırt etmeye olanak var mıdır?

İki düşünme türünün barışmaz ve bağdaşmaz olduğu görüşünü savunanlar, bilimin sanatı kısıtladığı hatta büsbütün yok etme yolunda olduğu inancındadırlar. Bunlara göre, sanat ve edebiyatın altın çağları bilim öncesi dönemlerdedir; bilimin ilerlemesi, sanat ve edebiyatın gerilemesi demek

olmuştur. Bu iddianın çürüklüğüne değinen Bronowski'ye kulak verelim:

> *Bu tez tarihsel gerçeklere o kadar aykırı düşmektedir ki, tartışması bile bana güç gelmektedir. Küstah mekaniğin soluğu ile kirlenmemiş sanatın altın çağı denen bu şey nedir? Nerde vardı böyle bir çağ? Doğuda mı? Eski Mısır, Hint ve Arap uygarlıkları bunu yalanlamaktadır. Batıda iyi bilinen tek doğulu şair, Ömer Hayyam, İranlı bir astronomi bilginiydi. Peki Batıda mı? Batının kültürü eski Yunan'da başlar; eski Yunan'ın en parlak döneminde ise sanat ve bilim hiçbir çağda görülmediği ölçüde karşılıklı etkileşim içindeydi. Pythagoras, Aşil Yunan dramını yaratmadan önce yaşamıştı. Sokrates, bu dram en yüce noktada iken felsefesini yapıyordu. Sokrates için ne diyeceğiz: Bilgin mi, sanatkâr mı? İdeal devletinde şairlere yer vermeyen Platon'a gelince, o diyaloglarını, Aristofen Yunan dramını gömerken yazıyordu. Bu kişilerin sanat alanında olduğu kadar bilimde de verdikleri örnek Rönesans'ta modern dünyaya ışık tutmuştur. Ve Rönesans adamının, başlangıçta olduğu gibi bugün de, örnek tipi ve simgesi Leonardo da Vinci hem ressam ve heykeltıraştı, hem de matematikçi ve mühendisti. Onun kadar hiç kimse kendinde insan zekâsının birliğini ve evrensel niteliğini simgelememiştir*[84].

Görülüyor ki, edebiyatın altın çağında bilim ve sanat el ele, sürekli etkileşim içinde yürümüştür. Galileo ve Shakespeare aynı çağın kişileriydi: Biri modern bilimin temellerini kurarken, diğeri katıksız hayal gücünün en yüce örneklerini yaratıyordu. Geçmişte böyleydi, bugün de böyle olmak gerekir. Bugün böyle değilse, başta gelen nedeni ortak bir dilin yokluğudur. Çoğumuzun, modern sanat ve edebiyatın ürünlerini anlamada karşılaştığı sıkıntının kaynağı ne ise, bilimsel teorileri anlamadaki yetersizliğin kaynağı da odur. Denebilir ki, her iki güçlük de kültürümüzü tümüyle kapsamaya elverişli evrensel bir dilin eksikliğinden doğmaktadır[85].

Sanat gibi bilim de simgesel imgeleri düşünmeye dayanır. Zaten insanı insan yapan, insanı hayvandan ayıran temel nitelik işte insan kafasının bu hayal kurma gücü ve hayallerini simgelerle belirleyebilme, dile getirme

yeteneğidir. Sanat ile bilimin ortak kökeni, algı ve yaşantılarımıza karşılık oluşturan hayalleri yeni biçimlerde düzenlere ve birleşimlere sokma, sonra uygun bir anlatım aracıyla ifade etme gücündedir. Şu farkla ki, bilimde hayallerin karşılık oluşturduğu algılar nesnel nitelikte olup bunları ifade için seçilen dil genel ve soyut kavramları belirlemeye elverişli soyut işaretlerden, yani simgelerden kuruludur. Sanatta ise hayallerin karşılık oluşturduğu algılar öznel nitelikte olup bunları ifade için seçilen anlatım aracı daha somut ve canlı kavramları belirlemeye elverişli sözcük ya da başka tür simgelerden meydana gelir. Bilim güvenilir bilgiye yöneliktir; bu yüzden simgelerle dile gelen hayallerin olgusal testten geçmesi gerekir. Sanatta gözlem veya deney sonuçlarına başvurma gereği yoktur; sanat hayalleri işlemekle başlar, onları insan yaşantısına kazandırmakla yetinir. Bilimde olgulara aykırı düşen hayaller reddedilir; gerçek sanatta insan yaşantısına yeni bir anlam getirmeyen, onu bir yönden veya birçok yönlerden zenginleştirmeyen hayallere yer verilmez.

Coleridge, aktif hayal gücünü, “tüm insan algılamasının yaşayan gücü ve başlıca aracı” diye nitelemişti. William Blake, “Şimdi, ispatlanan her şey, bir zaman sadece hayal edilmişti”, diyerek hayalin bilimdeki önemini belirtmek istemişti. Hiç kuşkusuz, en yüce sanat yapıtlarının da, en güçlü bilimsel teorilerin de ilk provaları hayal düzeyinde yer almıştır. Yaratıcı zekânın sanatta ve bilimde işleyişi birdir; sadece işlediği malzemeler, dolayısıyla ulaştığı sonuçlar değişiktir.

O halde, entelektüel dünyayı birbirini anlamayan, birbirini küçümseyen iki kampa ayıran şey nerden gelmektedir? Bu sorunun yanıtını, bilim ve sanatın temelde birliğini savunan J. Bronowski’ye bırakıyoruz:

> *İnsanlar kendi öz işlerini yanlış anlayınca, başkalarının yaptıklarını doğru anlayamazlar; işte bu nedenledir ki, bilim adamları çoğunlukla sanata karşı ilgisiz kalmışlardır. Hümanistlerle birlikte onlar da, bilimi mekanik ve nötr bir şey saymakla yetinmektedirler. Bundan ötürü de bilimi, pratik sonuçlu bir uygulama olarak görmekte kendilerini haklı sayabilmektedirler. Böyle sakat bir ölçüte vurunca, onlar için şiir, müzik, resim en azından gerçek dışı, çoğu kez de anlamsız kalmıştır*[86].

(Bkz. Ek: 14 — Bilim Anlayışımızda İki Yaklaşım, P. B. Medawar.)

EKLER
(Çeviri Metinler)

Ek 1:
BİLİMSEL GÖRÜŞE GEÇİŞ[87]
J. Bronowski

Orta Çağların düşünce yapısı bugün bizim kolayca kavrayamayacağımız bir nitelikteydi. Bu düşünce belli bir düzene bağlıydı, ne var ki o düzeni oluşturan ilkeler bize şimdi yabancı ve anlamsız gelmektedir. Newton'un kafasını yerçekimi sorununa çevirdiği söylenen basit soruyu ele alalım: Dalından kopan elma neden yere düşer? Bu soru İtalyan Rönesansının canlı ve araştırıcı kafalarının mekanik dünya ile ilgilenmeye başladıkları on dördüncü yüzyıldan beri birçok kez sorulmuştur. Onlar yanıtı, Arap ve Rönesans düşünürlerinin aracılığı ile eski Yunan filozoflarının yapıtlarında arıyorlardı. Bize, tumturaklı felsefe geleneği kokusu veren bu yaklaşım, dünyayı açıklayıcı olmaktan çok uzaktı. Orta çağların yanıtı Aristoteles geleneğine dayanıyordu: Elma yukarı değil aşağı düşüyordu, çünkü yere düşme onun doğası gereği idi.

Sorunu böyle ortaya koymakla Orta Çağ kafasını karikatürize ettiğimin farkındayım. Niyetim bu kafa ile alay etmek değil, tam tersine, verdiği yanıtın bu son derece safdil biçimiyle bile çocukça olmadığını göstermektir. Eğer yanıt. “Bu elma yukarı değil aşağı düşmektedir, çünkü bu elmanın şu anda yere düşmesi doğası gereğidir,” biçiminde olsaydı çocukça olurdu kuşkusuz. Ama Aristoteles'in dediği bu değildi. Onun dediği, bu elma şimdi yere düşmektedir, çünkü yere düşme her zaman tüm elmaların doğası gereğidir, biçimindeydi. Bize çok basit gelen bu düşünce aslında insan aklının yürekli ve parlak bir atılımını simgelemektedir. Elma kavramının genelleştirilmesi bile kendi başına göz alıcı bir başarıdır. Benzer nesneleri sınıflama, örneğin mavi gözlü çocuklar, ya da, iki katlı evler gibi ortak özelliği olan nesneleri sınıflama, basit iştir kuşkusuz. Ancak doğada özdeş nesneler yoktur; bunları biz yaratmaktayız. Doğanın sağladığı, kimisi iri, kimisi küçük; kimisi kırmızı, kimisi solgun, birbirine benzer ama asla özdeş olmayan elmalarla yüklü bir ağaçtır. Benzer fakat çeşitli yönlerden değişik olan bu elmaların tümünü bir tek genellemede toplamak akıl yürütmenin en

temel işlevidir.

O derece önemlidir ki bu, altını özenle çizmem gerekir. Özdeş olmayan nesneleri bir küme veya sınıfa koymak öylesine alışık olduğumuz bir eylem ki, ne denli önemli olduğunu fark etmeyiz bile. Birtakım nesnenin özdeş olmadığı halde benzer olduğunu algılamaya dayanır bu eylem. Onları, aralarında benzerliği sağlayan ortak bir özelliğe göre ayırt ederiz. Benzerliği apaçık saymamız bir alışkanlıktır; tüm elmaların, tüm ağaçların ya da tüm maddelerin benzerliğinden daha açık ne olabilir! Oysa Pasifik Adalannda bazı diller vardır ki, ağaç için bir sözcükleri olmadığı halde adadaki her ağaç için ayrı bir isime yer vermektedir. Ada halkı için ağaçlar aralarında benzerlik olmayan ayrı ayrı nesnelerdir; önemli olan benzerlikleri değil farklılıklarıdır. Bu adalarda kişiler kendilerini klanlarının totemi ile özdeş saymaktadırlar. Örneğin totem papağan ise kendilerini papağanla bir tutmayı son derece doğal görmekteler. Oysa, bizim için ne denli aykırı ve çocukça bir davranış bu!

Nesneleri benzer ve benzemez diye ayırma yeteneği, kanımca, insan düşüncesinin temelini oluşturan ve de yalnız insana özgü bir yetenektir. Doğanın kendiliğinden bize sunduğu bir şey olmayan benzerlikleri biz kendimiz izleyip bir ölçüde doğaya yüklemekteyiz. Newton elmasına ilişkin örneğimiz bunu tüm canlılığı ile göstermektedir. Çünkü Newton'un kendisinin anlattığı gibi, birdenbire kafasında doğan açıklama, elmanın düşüşü ile ayın dünya çevresindeki dönüşü arasında o zamana dek kimsenin görmediği benzerliği görmesinden kaynaklanmıştı. Yerçekimi teorisi, işte şimdi hepimize çok doğal ve apaçık gelen bu benzerliğe dayanıyordu. Oysa Aristotelesçi Orta Çağ kafaları için o iki olgu arasında benzerlik bulmak akıl almaz bir şeydi.

Ne var ki, onların yanıtında gizli olan genellemeler elma ile sınırlı kalmıyordu kuşkusuz. Aristotelesçilerin söylediği şey, elma yukarı değil aşağı düşüyorsa, bu elmanın tüm yersel nesneler gibi, doğası gereğidir. Onlar kütlelerin benzerliğinden hareket ederek dünyayı oluşturan nesneleri toprak, su, hava ve alev diye dört bölüme ayırdılar. Ayrımı yalnız cansız nesnelere değil beden ve ruh kavramlarına da uygulayacak biçimde kapsamlı tuttular. Ancak bizim için ilginç olan bu teorinin evrene verdiği yapısal özelliktir. Teoriye göre, topraksı nesneler arza aittir; doğal

konumları arzın merkezidir; bırakıldığında yere düşmeleri, doğal konumlarına dönme özlemlerinden ileri gelir. Evreni doğal konumuna düşmekten alıkoyup boşlukta yüzdüren şey, dört element arasındaki çekişmedir; ateşin yanma eyleminde topraksı madde uçmakta. güçlü bir hava akımı suyu süpürüp yükseltmektedir. Evren yaşam dengesini elementler arasındaki gerginlikte, birbirine aykırı düşen doğal eğilimler arasındaki çekişmede bulmaktadır. Benzerliklere, benzemezliklere dayanan bir doğa düzeni içermekte bu teori; güzel bir düşünce kuşkusuz. Ancak bizim için sadece parlak bir kurgu, temele inmeyen, dünyanın işleyişini anlamaktan uzak kalan çocukça bir düşünce.

Aristoteles'e dayanan Orta Çağ düşünce sistemi, bize geçerli görünen fiziksel sistemden iki önemli noktada ayrılmaktadır. İlkin, bizimkinden nitelik yönünden farklı bir madde kavramı vardır onda. Bizim bir makina işleyişi biçiminde gördüğümüz maddesel hareketler, o düşünce sisteminde insan eylemi niteliğinde yorumlanmıştır. Toprak, su, hava, alev temelde insan doğası olan bir doğaya sahiptirler; ya da insan doğasına özdeş bir doğadan kaynaklanan nesnelerdir. Onları da eyleme iten şey bir istençtir; belki akıldan yoksun, ama her yönüyle inatçı bir hayvan istenci. Kütleler arzın merkezinde konumlarını ararlar; hava yukarı çıkmak ister. Soyut düzeyde, Aristoteles'in, elementlerin bu eğilimleri nedeniyle tüm hareketleri sağladıkları düşüncesinde olduğu sanılabilir. Oysa onun gözünde bu hareketler mekanik değildi, ne de öyle yorumlanmalıydı. Doğayı temelde istekleri, kaprisleri olan canlı bir varlık sayan bir görüştü onunki.

Sonra, bu anlayışın tümünde hiyerarşik bir düzen fikri vardı. Doğa bu düzene erişmek çabasındadır; amacına ulaştığında biçim değiştirmiş olarak hareketten kesilir. Her şey merkezine doğru bir yere ulaşır; topraksal nesneler aşağıya, havasal nesneler yukarı yönelerek ait oldukları yerleri bulunca dünya durur. Bu hem dünyayı bir andan başka bir ana geçişte hareketsiz sayan eski Yunan düşüncesini, hem de dünyasal yaşamın doğasını kusurlu gören Orta Çağ dinsel görüşü yansıtmaktadır. Düzensiz olan dünya, ideal bir hiyerarşiyi içeren düzenini aramaktadır. Bu düzen dünyanın erişmesi gereken değişmez yetkinliği içerir.

Bizim kavrayamayacağımız bir anlayış bu. Bir masal olmasından değil güçlüğümüz. Bir masal olarak, Yeats'ın son şiirlerinin de gösterdiği gibi,

yabancısı olmadığımız güçlü ve etkili bir şey. Bizim kavrayamadığımız şey, bu anlayışın bilimsel bir teori olarak sunulmasıdır. Bu açıdan ne açıklayıcı, ne düzenleyici gücü var, ne de gerçekte anlamı. Bu dünyanın, bizim anlamlı bulduğumuz, nesnel, kendiliğinden çalışan bir makinayı andıran, olguların nedenini başka olgularda aramamız gereken dünyaya benzer bir yanı yok.

İşte bir tek tümcede, iki görüşün, Leonardo da Vinci ile Isaac Newton'un düşüncelerinin, arasındaki farkı görüyoruz. Da Vinci bir mucit ve mühendis olarak Newton ve arkadaşları kadar yetenekliydi. Ne var ki, tuttuğu notlara göz attığımızda, onu asıl ilgilendiren şeyin, doğanın çeşitliliği, sonsuz esnekliği, tüm bölümlerinin uyum ve bireyselliği olduğunu görürüz. Oysa Newton'u astronomiye yönelten şey, onda bulduğu birlik, tekdüzelik, tüm parçalarının bir makine modeline uygun sistem oluşturmasıydı. Da Vinci bir sonuç elde etmek istediğinde, kararını verir, kendisini sonuca götürecek araçları planlardı. Çizdiği makinaların amacı buydu. Newton ise, son derece yetenekli bir deneyci olmasına karşın, makinalarını bir şey yapmak için değil, doğayı gözlemlemek için tasarlıyordu. Newton gözlemlediği her sonucun, nedenine inme çabasındaydı.

Böylece, bilim çağını Orta Çağdan ayıran nedensellik kavramına gelmiş bulunuyorum. iki çağın temel ayrılığını bu kavramla saptayabiliriz. Diyebiliriz ki, Orta Çağ kendi iç düzenini gerçekleştirme peşine düşmüştü; bilim çağı ise bu düzeni yıktı, yerine nedenler düzeneğini getirdi. Ancak bu ayrım sorunun özüne inmemektedir. Bir yandan, tüm bilim, hatta tüm düşünme düzen kavramından yola çıkar ve ona dayanarak yürür; Orta Çağın ayırıcı özelliği hiyerarşik bir düzen aramasıydı. Öte yandan, bilimsel görüşün ayırıcı özelliği ise, nedenler düzeneğine dönmesi değil, dünyayı bir düzenek, bir olgular düzeneği olarak görmesiydi. Bu dönemde gel-git olayına, ya da ay tutulmasına bakılırken, suyun ya da ateşin niteliğine değil, bu olgulara yol açan başka olgulara bakılıyordu. Bilimsel Devrim, ideal doğalarına göre düzenlenmiş nesneler dünyasında, nedensel bağıntılardan kurulu bir düzenekte yer alan olgular dünyasına geçişi simgeler.

Ek 2:
BİLİM VE FELSEFE[88]
Rudolf Carnap

1. Doğrulanabilirlik

Genellikle ele alınan felsefe sorunları birçok çeşide ayrılabilir. Benim benimsediğim yaklaşım açısından geleneksel felsefede yer alan sorunlar başlıca üç türde toplanabilir. İşi basit tutmak bakımından bunları Metafizik, Psikoloji ve Mantık sorunları diye adlandırabiliriz. Aslında böyle üç alan yerine, her felsefe sorununu oluşturan üç öğeden (metafiziksel, psikolojik ve mantıksal) söz etmek daha doğru olur.

Aşağıdaki düşünceler, üçüncü alana girmektedir; bizim yaptığımız Mantıksal Çözümlemedir. Mantıksal çözümlemenin görevi her türlü bilgileri, her türlü bilimsel ve günlük savları çözümlemek, her savın ve savlar arasındaki ilişkilerin anlamlarını açıklığa kavuşturmaktır. Bir önermeyi çözümlemenin başta gelen amaçlarından biri, o önermenin doğrulanma metodunu belirlemektir. Sorun şudur: Bu önermeyi doğru saymak için ne gibi nedenler vardı; ya da, bu önermenin doğru veya yanlış olduğundan nasıl emin olabiliriz? Felsefeciler için bu sorun "epistemolojik" niteliktedir; epistemoloji ya da bilgi kuramı aslında mantığın özel bir türünden başka bir şey değildir ve çoğu kez bilgi edinme sürecine ilişkin psikolojik öğelerle karışıktır.

Öyle ise, bir önermenin doğrulanma yöntemini nasıl belirleyeceğiz? Önce doğrulanmanın doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki türünü birbirinden ayırmalıyız. Önermemiz şu andaki bir algımızla (örneğin, "Şu anda önümde mavi bir zemin üzerinde kırmızı bir kare görüyorum") ilgili ise, doğrudan doğrulanabilir türdendir. Gerçekten, şu anda önümde önermedeki sava uygun olarak mavi bir zemin üzerinde kırmızı bir kare görüyorsam önermem doğru, görmüyorsam yanlış demektir. Kuşkusuz, doğrudan doğrulanma ile ilgili birtakım ciddi problemler var ki, bunları şimdilik bir

yana bırakıp, bizim için çok daha önemli olan *dolaylı* doğrulama sorununa dönüyoruz. Doğrudan doğrulanamayan P gibi bir önermeyi, P'den dedüksiyonla çıkanları doğrudan doğrulanabilir önermeleri, doğrulanmış başka bazı önermelerle birleştirerek, doğrulayabiliriz.

Örneğin, P_1 önermesini, “Bu anahtar demirden yapılmıştır,” önermesini ele alalım. Bu önermeyi doğrulamanın birçok yolları vardır; birini şöyle belirleyebiliriz: Anahtarı mıknatısa yaklaştırınca çekildiğini görüyorum. Bu işlemin dayandığı mantıksal çıkarım şöyledir:

Öncüller:

P_1: “Anahtar demirden yapılmıştır”; doğrulanması söz konusu olan önermedir bu.

P_2: “Demirden bir nesne mıknatısa yaklaştırılırsa, çekilir”; bu öteden beri doğrulanmış bir fizik yasasıdır.

P_3: “Çubuk biçimindeki bu nesne bir mıknatıstır;” bu da doğrulanmış bir önermedir.

P_4: “Anahtar çubuk nesneye yakın konmuştur;” bu şu anda gözlemle doğrudan doğrulanan bir önermedir.

Bu dört öncülden aşağıdaki sonucu mantıksal olarak çıkarabiliriz:

Sonuç:

P_5: “Anahtar şimdi çubuk nesne tarafından çekilecektir.”

Önerme P_5 öndeyi niteliğinde olup gözlem yoluyla irdelenebilir. Baktığımızda anahtarın ya çekildiğini ya da çekilmediğini görürüz. Çekildiğini görürsek, P_1 önermesini doğrulayıcı bir kanıt sağlamış oluruz: aksi halde P_1 yanlışlanmış olur. Oysa gözlemin olumlu olması doğrulayıcı bir kanıt olmakla birlikte, önermenin doğruluğunu ispatlamaya yeterli değildir. Bu nedenle P_1 önermesini doğrulama işlemi bitmiş olamaz. Mıknatısla deneyimizi sürdürüp, aynı veya benzer öncüllerden P_5'e benzer sonuçlar çıkarabiliriz. Bunun yerine, irdelememizi başka yollardan, örneğin, elektrik, mekanik, kimyasal ya da optik testler kullanarak yapabiliriz. Tüm

bu deneylerde gözlemlerimiz hep olumlu sonuç verirse P_1 önermesinin doğruluğu büyük ölçüde kesinlik kazanır: ancak *tam* kesinliğe hiçbir zaman ulaştığımızı söyleyemeyiz. Nedeni şu ki, doğrulanmış ya da doğrudan doğrulanabilir diğer önermeler yardımı ile P_1'den mantıksal olarak çıkarabileceğimiz sonuçların sayısı sonsuzdur. İlerde bir olumsuz gözlemle karşılaşmamız ne denli zayıf görünse de daima olasıdır. Bu yüzden, P_1 önermesine bir *hipotez* gözüyle bakmak yerinde olur.

Üzerinde durduğumuz örnek, tek bir olguya ilişkin basit bir önerme çerçevesinde idi. Şimdi, zaman-uzay sınırlaması dışında bir küme olgunun tümüne ilişkin genel bir önerme ele alacak olursak, (doğa yasaları bu tür genellemelerdir), çıkarılabilecek sonuçların sonsuzluğu iyice ortaya çıkar, genellemelerin hiçbir zaman tüketici bir şekilde irdelenemeyeceği daha kolay anlaşılır.

Bilimin her dalında P gibi bir önerme ya şu andaki bir algıya veya başka bir yaşantıya ilişkindir ve bu niteliği ile doğrudan test edilebilir türdendir; ya da zaten doğrulanmış bazı önermeler yardımı ile P'den çıkarılabilen ve ileriki bir gözleme ilişkin bir öndeyidir. Doğrudan ya da dolaylı test edilemeyen önermeler için ne diyeceğiz? Bir bilim adamının hiçbir gözleme bizi götürmeyen türden bir önermeyi (örneğin, özellikleri bildiğimiz yer çekimi yasasıyla belirlenen bir "gravitasyon alanı" yanında, bir "levitasyon" alanının varlığını) ortaya attığını düşünelim. Böyle _ bir savı, hangi gözlem koşulları altında irdeleyeceğimiz belirlenmediğine göre, bilimsel saymamıza olanak yoktur. Gözlemsel sonuçları olmayan bir önerme, olgusal içerikten yoksun, boş bir sav olmaktan ileri geçmez; kısacası bilimsel yönden anlamsızdır. Gerçi o bilim adamı savına ilişkin birtakım imge ve duygular taşıyabilir. Bunun psikolojik önemi vardır şüphesiz; ne var ki, mantıksal bir değeri yoktur. Bir önermeye teorik anlam kazandıran şey ne ona bağlı oluşan imgeler ne de başka düşüncelerdir: sadece o önermeyi doğrudan ya da dolaylı doğrulayabilme olanağıdır. Teorik anlam için imgeler ne yeter, ne de hatta gereklidir. Ne elektromanyetik ne de gravitasyon alanları ile ilgili imgelerimizin olduğunu söyleyebiliriz. Oysa bilim adamlarının bu alanlarla ilgili ortaya attıkları hipotezleri anlamsız sayabilir miyiz? Sayamayız çünkü, bunlardan doğrudan test edilebilir bir takım gözlemsel önermeler çıkarılabilmektedir. Benim "levitasyon" alanına

ilişkin savı anlamsız bulmam, böyle bir alanı gözümüzde canlandıramayışımızdan ya da düşünemeyeceğimizden değildir. Benim itirazım yalnız bu savı nasıl doğrulayacağımızın bize söylenmemiş olmasınadır.

2. Metafizik

Buraya kadar yaptığımız mantıksal çözümlemedir. Şimdi bu düşüncelerimizi fiziğin önermelerini bir yana bırakarak metafiziğin önermelerine uygulayacağız.

Metafiziksel önerme derken, tüm deneyimlerin dışında kalan şeylere ilişkin bilgi dile getirme savında olan önermeleri demek istiyorum. Örneğin, nesnelerin gerçek özleri, salt varlık, tanrı vb. gibi şeyler bu türden nesnelerdir. Çeşitli bilim kollarında ulaşılan birtakım genel sonuçları bir bütün olarak düzenleyip birleştirmeyi amaçlayan çok kez yanlış olarak metafizik sayılan teorileri, metafizik türden girişimlere sokmuyorum. Bu tür teoriler ne denli atak olurlarsa olsunlar, gene de felsefeye değil bilimlere girer. Benim metafizik türden saydığım önermeler birkaç örnek verirsem daha iyi anlaşılır. “Evrenin özü ve temel ilkesi sudur”, demişti Thales. Heraclitus için “ateş”, Anaximander için “sonsuz”, Pythagoras için ise “sayı” idi bu temel ilke. Platon'un öğretisi daha soyut niteliktedir. “Tüm nesneler zaman ve uzay dışında var olan evrensel “idea”ların birer gölgesinden başka bir şey değildir.”

Monistlerden, “var olan her şeyin temelinde tek bir ilkenin” düalistlerden, “iki ilkenin” yattığını öğrendik. öte yandan materyalistler, “Var olan her şeyin maddesel olduğu”nu, Spiritualist'ler ise, “ruhsal olduğunu” savundular. Bizim koyduğumuz anlamdaki metafiziğe, Spinoza, Schelling, Hegel ve (günümüzden bir örnek verirsek) Bergson gibi filozofların öğretileri girer.

Şimdi metafizik türden önermeleri doğrulanabilirlik (verifiability) ilkesi açısından inceleyelim. Bunların doğrulanamaz olduğunu hemen görebiliriz. “Evrenin temel ilkesi sudur,” önermesinden, algı ve gözlemlerimize vurabileceğimiz hiçbir olgusal sonuç ya da öndeyi çıkarılamaz. Öyle ise böyle bir önerme veya hipotez olgusal bir sav oluşturmamaktadır. Daha

önce verdiğimiz “levitasyon” örneğinde olduğu gibi, bunun da bilisel (cognitive) bir anlamı yoktur. “Bilisel anlam yoktur,” diyorum. Çünkü o tür önermelerin kafamızda birtakım imgelere yol açtığı yadsınamaz elbette. Aslında metafizikçiler isteseler de önermelerini doğrulanabilir türden oluşturamazlar. Doğrulanabilir önermeler yaşantı ve deneyimlerimize konu olabileceğinden, doğru ya da yanlış oldukları ortaya konabilecek, böylece empirik bilimlerin kapsamına girecektir. Onlar bundan kaçınırlar; çünkü o zaman öğretilerinin empirik bilimlerin üstünde daha derin bir bilgi sağladığı savları havada kalır. Bu nedenledir ki, onların öğretileriyle olgusal veriler arasında bir ilişki kurulamaz, böylece de önermeleri bilisel anlamdan yoksundur.

Metafıziksel önermelerin doğrulanamaz olduğu, başka bir deyimle doğru olup, olmadıklarını deneyimlerimize giderek saptayamayacağımız savına pek çok kimse katılabilir, her halde. Hatta bu nedenle onların bilimsel nitelik taşımadığı da kabul edilebilir. Ne var ki, onları anlamsız saydığımda itirazlar yükselebilir, hemen. Denebilir ki, okuyucusu üzerinde bu öğretilerin etkisi vardır. Hatta bazen bu etki son derece güçlü bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Onların bir *şey dile getirdikleri* yadsınamaz bu yüzden! Gerçekten, bir şey dile getirdikleri doğrudur; ama gene de anlamları, kuramsal içerikleri yoktur, diyeceğiz.

Bu noktada dilin iki işlevi (“duygusal” ve “bilişimsel” diyebileceğimiz iki işlevi) arasındaki ayırımı göz önüne almamız gerekir. Kişinin dilsel tepkilerini de içine alan bilinçli ve bilinçsiz tüm davranışları onun duygularını, şu andaki ruhsal durumunu, geçici ya da sürekli tepki verme özelliğini vb. dile getirir. Böylece, kişinin söz ve davranışlarına, ruhsal ya da duygusal özelliklerini bize anlatan birer belirti gözüyle bakabiliriz. Dilin bu tür kullanımı onun duygusal işlevini oluşturur. Ancak dilin bu işlevi yanında başka bir işlevi (örneğin, “Bu kitap mavidir.” türünden sözleri oluşturma işlevi) daha vardır; dilin bu kullanımı bilişimseldir; bize neyin ne olduğunu bildirir; bir sav, bir ön-deyi ya da bir yargı niteliği taşır.

Kimi özel hallerde, iki işlevin birleştiğini görebiliriz; bildirilen durum. dilin duygusal anlatımının konusu olabilir. Böyle bir durumda bile duygusal anlatım ile savı birbirinden ayırmak gerekir. Örneğin bir kimse gülüyorsa, bunu onun neşesinin bir belirtisi sayabiliriz. Ama o kimse gülmeksızin bize

“Şu anda neşeliyim,” derse bu sözler de bize, gülmesinin dile getirdiği şeyi anlatmaya yeter. Ama gene de gülme ile o sözler arasında temel bir fark vardır. “Şimdi neşeliyim”, sözleri bir sav oluşturmaktadır; bu niteliği ile ya doğru ya da yanlıştır. Oysa gülme bir sav ortaya koymamakta, düpedüz ruhsal bir durumun ifadesi biçiminde belirmektedir. Ne doğru, ne de yanlıştır; olsa olsa içten ya da yapmacık olabilir.

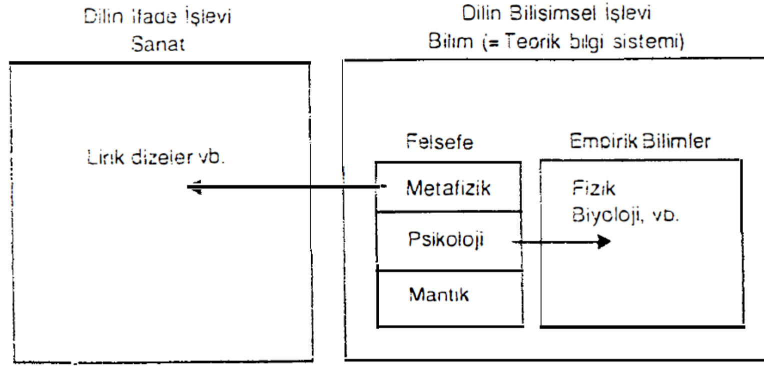
Biliyoruz ki, pek çok dilsel sesler bilişimsel değil, tıpkı gülme gibi sadece bir ifade niteliğindedir. Bunun örnekleri arasında, “Ah”, “Vah”, “Aman” gibi sözler. daha üst düzeyde lirik dizeleri gösterebiliriz. “Gün ışığı”, “bulut” gibi sözcüklerin geçtiği lirik nitelikte bir şiirin amacı bize belli hava koşullarına ilişkin bilgi vermek değil, şairin duygularını dile getirip benzer duygulan bizde de uyandırmaktır. Lirik bir şiirin ne bir savı, ne teorik içeriği, ne de bilgi verme görevi vardır; bu yönlerden anlamsızdır.

Bizim metafiziğe karşı tutumumuzun anlamı şimdi daha belirgin olarak ortaya konabilir. Diyoruz ki, lirik dizeler gibi metafizik türden önermelerin de anlamları bilişimsel değil, duygusaldır. Bu önermeler ne doğru, ne de yanlıştır; çünkü olgusal savlan yoktur; ne bilgi ne de hata içerdikleri, ne de bilgi veya kuram alanına girdikleri söylenebilir; doğru veya yanlış tartışması onlar için söz konusu değildir. Gülme, lirik şiir ve müzik gibi bir ifade biçimidir, şu kadar ki geçici duygulardan çok sürekli ruhsal durumları dile getirirler. Örneğin, Monizm denilen metafizik sistem, uyumlu bir yaşam özleminin ifadesi olabilir. Öte yandan Düalist bir metafiziği, yaşamı sürekli bir didişme sayan bir kimsenin ruhsal durumunun açığa vurulması sayabiliriz. Katı bir ahlâk teorisi, güçlü bir görev duygusunun, belki de sert bir yönetim arzusunun ifadesi olabilir. Realizm psikologların dışa dönük diye belirledikleri kişiyle nesnel dünya arasında kolayca ilişkiler oluşturabilen bir ruh yapısının; İdealizm tam tersine, dünyaya yabancılaşmış, erinci kendi imge ve düşüncelerine kapanmakta bulan içe dönük bir ruh yapısının yansıması biçiminde görülebilir.

Böylece, metafizik ile lirik sözler arasında yakın bir benzerlik bulmaktayız. Ancak aralarında can alıcı bir fark vardır. İkisinin de teorik içerikleri yoktur, işlevleri bilişimsel değildir; ne var ki, metafiziksel önermeler, sanki teorik içerikleri varmış görünümündedir. Hem okuyucuyu, hem de metafizik-çinin kendisini aldatan bir özellik bu. Metafizikçi ortaya koyduğu öğreti ile bir

şey söylediği inancındadır. Bu inançlar o diğer metafizikçilerle tartışmaya girer; dediklerinin doğruluğunu kanıtlamaya çalışır. Oysa bir şair böyle davranmaz; başka şairlerin dizelerini doğru ya da yanlış diye değil, güzel ya da çirkin diye niteler.

Metafiziğin teorik içerikten yoksunluğu kendiliğinden bir kusur değildir. Sanatın tüm biçimleri böyledir, ama gene de kişisel ve toplumsal yaşamdaki yüksek değerleri söz götürmez. Metafizikteki tehlike *aldatıcı* görünümünden gelmektedir; gerçekte bilgi vermediği halde bilgi veriyormuşçasına bir izlenim yaratıyor. Metafiziği reddetmemizin nedeni de işte bu.



Metafiziksel öğreti ve sorunları bilgi alanından temizledikten sonra, iki sorun daha kalmaktadır. Bunlardan biri psikolojiye, diğeri mantığa ilişkindir. Şimdi psikolojik sorunu da ayıklayacağız, ancak bu kez bilgi alanından değil, felsefeden ayıklayacağız. Böylece sonunda felsefe, en geniş anlamında, mantığa indirgenmiş olacak; felsefenin gerçek işlevini mantıksal çözümleme oluşturacaktır. (Diyagrama bakınız.)

Ek 3:
GEOMETRİ VE EMPİRİK BİLİM[89]
Carl G. Hempel

1. Giriş

Matematiği empirik bilimlerden ayıran, ona bilimlerin kraliçesi diye ün kazandıran en belirgin özellik hiç kuşkusuz matematiğin kesinliği ve eriştiği sonuçların zorunluluğudur. Empirik bilimlerin en gelişmiş olanında bile bu kesinlik ve zorunluk yoktur. Empirik olgulara ilişkin bir hipotezin doğruluğu, dayandığı kanıtlara göre en çok yüksek bir olasılıktır, yoksa bir kesinlik olamaz. Başka bir deyişle, bilimde bir hipotez ne denli kanıtlanmış olursa olsun, bir gün yeni gözlemler karşısında yanlışlanma olasılığından kurtulamaz. Böylece, tüm bilimsel hipotez ve teoriler, geçici nitelikte olup, olgulara ters düşmedikleri sürece doğru sayılırlar. Oysa matematikte bir teorem bir kez ispatlanınca kesinlik kazanır: ne denli ters düşerse düşsün hiçbir gözlem karşısında asla sarsılmaz. Bu yazının amacı “matematiksel kesinlik” diye bilinen bu özelliği, geometriyi örnek alarak tanıtlamak, geometrik teorilerin geçerliği sorununu aydınlatmaya çalışmak ve fiziksel uzayın yapısına ilişkin bilgilerimiz yönünden bu teorilerin önemini belirtmektir.

Matematiksel doğruluğun niteliğini, onu sağlayan yöntemi inceleyerek anlayabiliriz. Bu konuda sözü uzatmayacağım: Bu yöntem bir önermenin başka bir önerme ya da önermelere başvurularak mantıksal çıkarımla ispatlanmasını içerir. Açıktır ki, ispatta, bazı önermeleri ispatlamaksızın doğru saymak gereği vardır: yoksa sonu gelmeyen bir geriye gidişten kurtulunamaz. Tüm matematiksel teorilerde temel varsayımları oluşturan bu tür önermelere ilişkin oldukları teorinin *aksiyom* veya *postulat*ları (bu iki terimi eş anlamda kullanacağız) denir. Matematikte aksiyomatik bir sistemin tarihsel ilk örneğini geometri vermiştir. Ne var ki, Euclid'in kurduğu sistemde teoremlerini ispatlamada dayandığı postulatlar, geometrisinin tüm önermelerini ispatlamaya yeterli değildi. Bu nedenle

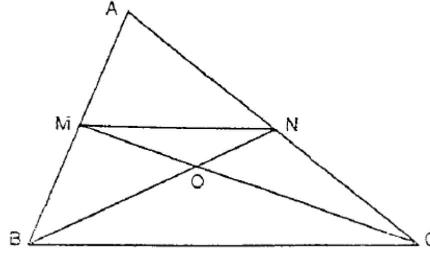
Euclid sistemi çağımızda bir çok kez ele alınarak gözden geçirilmiş, daha tam ve yeterli postulatlar konmuştur. Bunlar arasında Euclid sistemini en yakından izleyeni belki de Hilbert'in oluşturduğu sistemdir.

2. Euclid Postulatlarının Yetersizliği

Euclid postulatlarının yetersizliği modern matematikte aksiyomatik metot yönünden can alıcı bir noktayı su üstüne çıkarmaktadır. Bir teorinin postulatları bir kez konduktan sonra, onların çerçevesi dışına çıkılamaz; teorinin tüm diğer önermelerinin mantıksal çıkarımı ancak bu postulatlara dayanılarak yapılır; fiziksel uzayda katı cisimlerin davranışlarına ilişkin herhangi bir apaçıklık duygusuna, ya da geometrik şekillerin özelliklerine başvurulamaz, yaşantı ve deneylerimize yer verilemez. Gerçi bu tür şeyler, bir teoremin ispatını bulmada bize yardımcı olabilir, fakat ispatın dayanakları olarak ileri sürülemez. Bu nokta özellikle geometride önemlidir; çünkü, geometrik şekiller ve ilişkiler üzerindeki sezgi ve yaşantımız, ne postulatlar arasında yer alan ne de onlara dayanılarak ispatlanabilen birtakım üstü örtük varsayımlar kullanmaya bizi itebilir. Şu örneği alalım: Bir üçgende, kenarları iki eşit parçaya ayıran üç kenar ortay, her birini 1 : 2 oranında bölen bir noktada kesişirler. Bu teoremi ispatlamak için, ilkin ABC diye aldığımız herhangi bir üçgende (şekilde bakınız), AB ve AC'nin ortalarını birleştiren MN doğru parçasının, BC'ye paralel olduğunu, bu nedenle onun yarısı kadar uzunlukta olduğunu gösteririz. Sonra BN ve CM doğruları çizilir; MON ve BOC üçgenlerinin incelenmesi bizi teoremin ispatına götürür. Bu işlemde genellikle BN ve CM doğrularının B ve N ile C ve M arasında yer alan O noktasında kesiştiği kabul edilir. Bu varsayım geometrik sezgiye dayanır, Euclid'in postulatlarından çıkarsanamaz. Sezgiden bağımsız, ispatlanabilir bir önerme niteliği alabilmesi için Euclid'in postulatlarına özel bazı postulatların eklenmesi gerekmiştir. Örneğin bunlardan biri, “A, B, C bir doğru üzerinde noktalar ise ve B noktası A ile C arasında ise, B noktası aynı zamanda C ile A arasındadır” iddiasını dile getirmektedir. İspatta, bu denli önemsiz bir varsayıma bile göz yumulamaz; başta konan postulatlar, tüm önermelerin mantıksal çıkarsamasına elverecek şekilde tam olmalıdır.

Başka bir örneği de şu önermede bulmaktayız: İki kenar ve bunların

oluşturduğu iç açıda eş olan üçgenler birbirleriyle çakışır. Euclid geometrisinde bu önerme bir teorem olarak ortaya konmuştur. Ne var ki. verilen ispat şekilleri hareket ve birbirinin üstüne konması düşüncelerinden yararlanmakta, böylece de, katı cisimlere ilişkin deneylerimize ve geometrik sezgimize dayanan üstü örtük varsayımları içermektedir. Oysa bu varsayımları Euclid postulatlarından çıkarsamaya olanak yoktur. Bu nedenledir ki, Hilbert sisteminde bu önerme (daha doğrusu önermenin bir bölümü) belirtik olarak postulatlar arasında yer almıştır.



3. Matematiksel Kesinlik

Matematiksel kesinliği sağlayan şey işte matematik ispatın bu salt dedüktif niteliğidir. Bir teoremin ispatı (örneğin, üçgenin iç açılarının toplamı ile ilgili önermenin ispatı) o teoremin bir önerme olarak doğruluğunu değil, birtakım postulatlardan çıkarılabilir olduğunu gösterir; postulatlar doğru ise, teoremin doğruluğu kesinlik kazanır. Bu nedenle, matematikte her teoremi şu biçimde yazabiliriz. (Formülde P'ler postulatları, T postulatların içerdiği teoremi, ⟶ ise koşulsal ilişkiyi simgelemektedir.):

$$(P_1 . P_2 . P_3 .... P_N) \longrightarrow T$$

Şimdi matematiksel ispatın bu kesin ve zorunlu karakterini biraz daha açıklayalım.

Mantıksal çıkarımların belirgin niteliği şudur: Ulaşılan sonuç hareket noktası postulatların içeriğini ya tümüyle ya da bir bölümü ile dile getirmekten öteye geçemez. Basit bir örnekle bunu şöyle gösterebiliriz: “Bu şekil dik açılı bir üçgendir,” öncülünden, “Bu şekil bir üçgendir,” sonucu mantıksal olarak çıkar. Öncül doğru ise, sonuç zorunlu olarak doğrudur. Ancak görüldüğü gibi sonuç öncülü hiç değilse bir bölümü ile yinelemekten

öteye geçmemektedir. Gene, “2 dışındaki tüm asal sayılar tek sayılardır,” ve “n, 2'den farklı bir asal sayıdır,” öncüllerinden “n bir tek sayıdır,” sonucu mantıksal olarak çıkar. Ne var ki, zorunlu olan bu sonuç da öncüllerin bir parçasını dile getirmekle kalmaktadır. Bu tüm mantıksal çıkarımların değişmez özelliğidir. Buna bakarak, matematiksel ispatın biricik yöntemi olan dedüktif çıkarımı bir kavramsal çözümleme tekniği diye niteleyebiliriz: Öncüllerde saklı olan savlan açığa çıkaran, üstü örtük olanı belirtik yapan bir teknik. Öyle bir teknik ki, bir çıkarımda öncülleri kabul etmekle, daha neyi ya da neleri kabul kabul ettiğimizi bize göstermektedir. Ancak unutmayalım ki, bir teorem (ispatlanan önerme) içerik yönünden postulatlara yeni bir şey eklemek şöyle dursun, çoğu kez onları eksik bir yinelemeden öteye geçmez.

Tüm matematiksel ispatlar birtakım postulatlardan mantıksal çıkarımlara dayandığından, geometrideki Pythagoras teoremi gibi bir teoremin, dayandığı postulatlar bakımından *nesnel* ya da *kuramsal* yeni hiçbir şey ileri sürmediği açıktır. Çıkarımın, postulatlarda farkına varmadığımız bir ilişkiyi ortaya çıkarması bize yeni bir şeye ulaştığımız duygusunu verebilir, ancak bu mantıksal değil, salt psikolojik bir yeniliktir.

Matematiğe özgü kesinliğin niteliği şimdi açıktır: Bir teoremin kesinliği çıkarılmış olduğu postulatlara *bağıldır;* postulatlar doğru ise teoremin doğruluğu zorunludur. Çünkü teorem, yukarıda belirttiğimiz üzere, postulatlarda ileri sürüleni tam olmasa da yinelemekten ileri geçmez. Böyle koşullu türden bir doğruluğun ise olgulara ilişkin bir içeriği olmadığı, bu nedenle de empirik hiçbir bulgu ile ters düşmeyeceği açıktır. Oysa empirik bilimlerde hipotez ya da teoriler ne denli kanıtlanmış olurlarsa olsunlar, yeni bazı olgulara ters düşüp yanlışlanma olasılığından kurtulamazlar. Matematiksel doğruluk, salt olgusal ya da empirik içerikten yoksun olduğu için kaçınılmaz ve kesindir. Koşullu biçimde oluşturulan herhangi geometrik bir teorem, mantık deyimiyle analitik niteliktedir; doğruluğu *a priori*dir. Başka bir deyişle, bu teoremin doğruluğunu, empirik verilere başvurmaksızın salt mantık kuralları aracılığı ile kanıtlayabiliriz.

4. Postulatlar ve Doğruluk

Denebilir ki, geometrik doğruluk üzerindeki bu düşüncelerimiz konunun sadece yarısını yansıtmaktadır. Gerçekten de geometrik ispat bir önermeyi koşullu olarak (yani postulatları doğru sayma koşuluyla) ileri sürmemizi sağlıyor ama postulatları kendi başlarına doğru sayarsak, onların mantıksal sonuçları olan teoremleri de koşulsuz olarak doğru saunamız doğru olmaz mı? Örneğin, iki noktanın onları birleştiren bir ve yalnız bir doğruyu belirlediği önermesi, ya da, herhangi bir üçgende iç açıların toplamı iki dik açının toplamına eşittir, önermesi koşulsuz birer savı dile getirmiyorlar mı? İlk bakışta öyle görünseler de aslında öyle olmadıklarını, geometrinin aksiyomatik kuruluşuna ilişkin iki önemli noktayı gözden geçirdiğimizde, anlayacağız.

İlk nokta, Euclid geometrisiyle bağdaşmayan birtakım başka geometrilerin ortaya çıkmış olmasına ilişkindir. Euclid geometrisinde doğru olan, örneğin biraz önce sözünü ettiğimiz iki önerme, bu yeni sistemlerde yanlıştır. Euclid'ci olmayan bu sistemlerin bazı temel özelliklerini kısaca belirtmekte yarar vardır. Euclid geometrisinin dayandığı postulatlar arasında ünlü paralel postulatı (herhangi bir doğru dışındaki bir noktadan o doğruya bir ve yalnız bir paralel doğru geçer) da vardır. Bu postulat, ötekilerden çok daha az basit ve sezgisel olarak daha az akla yakın olduğundan, onun bir aksiyom olarak kabul edilmesinin gerekli olmadığını göstermek için tarih boyunca pek çok girişimler yapılmıştır. Ne var ki, paralel postulatı bir teorem olarak ispat yolundaki tüm çabalar boşa çıkmış, sonunda onu Euclid'in diğer postulatlarından (hatta bunların daha tam olan modern formülasyonlarından) çıkarsamaya olanak olmadığı kesinlikle kanıtlanmıştır. öyle ki, paralel postulatı yerine onunla çelişen başka bir postulatı (örneğin, “herhangi bir doğru dışındaki bir noktadan o doğruya hiç değilse iki doğru paralel geçer," önermesini) koyduğumuzda mantıksal tutarlığı tam yeni bir geometrik teori elde edebilmekteyiz. “Hiperbolik geometri” denen bu ilk Euclid'ci olmayan geometriyi geçen yüzyılın ilk 20 yılında bir Rus olan N.I. Lobaçhevsky ile bir Macar olan J. Bolyai kurmuştur. daha sonra “eliptik” denen bir başka geometrinin ortaya çıktığını görüyoruz. Bir Alman olan Riernann'ın kurduğu bu sistemde paralel postulatının yerini, “hiçbir doğrunun paraleli yoktur,” önermesi alır. (Ancak, Riernann sisteminin tutarlılığını sağlamak için bu önermenin benimsenmesiyle birlikte diğer Euclid postulatlarında da bazı değişikliklere

ihtiyaç duyulmuştur.) Kuşkusuz bu yeni geometrilerin pek çok teoremleri Euclid teoremlerinden farklı olacaktır. Örneğin, iki boyutlu hiperbolik geometride “herhangi bir doğruya dışındaki bir noktadan sonsuz sayıda paralel doğru geçer,” önermesi bir teoremdir. Bunun gibi, “herhangi bir üçgenin iç açılarının toplamı iki dik açının toplamından azdır,” önermesi de bir teoremdir. Eliptik geometride ise, tam tersine, üçgenin iç açılarının toplamı daima iki açıdan büyüktür; birbirine paralel iki doğru yoktur. Ayrıca, yeni geometrilerde (Euclid geometrisinde daima olduğu gibi) iki farklı nokta onları bağlayan bir doğruyu belirlerse de, belli bazı nokta çiftleri var ki, bunları sonsuz sayıda değişik doğrular birbirine bağlar. Bunun bir örneğini, doğru çizgi kavramını büyük çember olarak yorumladığımızda küre yüzünün temsil ettiği iki boyutlu eğik uzayın yapısında bulmaktayız. Böyle bir uzayda, verilen herhangi iki büyük çember kesiştiğinden, paralel doğrular yoktur; küre çapının uç noktalarını, sonsuz sayıda değişik “doğrular” birbirine bağlar; bir üçgenin iç açılarının toplamı da daima iki dik açıdan fazladır. Gene, böyle bir uzayda, bir çemberin uzunluğu ile çapının bölümü daima 2 n'den azdır.

Euclid'ci olmayan geometriler sadece eliptik ve hiperbolik geometriler değildir; daha başka çeşitleri de oluşturulmuştur. ilerde, gene Riemann'ın kurduğu Euclid'ci olmayan çok daha genel bir sisteme değineceğiz.

Modern matematikte farklı geometrilerin ortaya çıkmış olması, matematikte postulatların doğruluğu ileri sürülerek işe başlanmadığını gösterir. Matematiği ilgilendiren şey sadece şudur: Verilen postulatların mantıksal (dedüktif) sonuçlarını çıkarmak. Teoremlerin zorunlu görünen doğrulukları postulatların doğruluğuna bağlı kalmaktadır.

Matematiğin, dayandığı postulatların doğru olduğunu ileri sürmediğini gösteren ikinci bir gözlem de *geometri kavramlarının statüsü* ile ilgilidir. Aksiyometik her sistemde, önermeler üzerinde yürütülen işlemle, kavramlar üzerinde yürütülen işlem arasında yakın bir koşutluk vardır. daha önce de belirttiğimiz gibi önermeler iki gruba ayrılır: İspatlanmaksızın alınan postulatlar, postulatlara dayanılarak ispatlanan teoremler. Aynı şekilde, kavramlar da iki gruba. ayrılır: Tanımlanmaksızın alınan ilkel ya da temel kavramlar, ilkel terimlere dayanılarak tanımlanan kavramlar. (Birtakım kavramların tanımlanmaksızın sisteme alınması, sonsuz geri-gidişe

düşmemek için gereklidir.) Benzerlik bu kadarla da kalmamaktadır: Nasıl ki bir tek teori (örneğin Euclid geometrisi) için kuramsal olarak sonsuz çoklukta değişik postulat sistemi seçmeye olanak varsa, bunun gibi, sonsuz çoklukta değişik ilkel terimlerden seçme olanağı da vardır. Her zaman değil ama çok kez, bir teorinin değişik aksiyometikleştirilmesi değişik postulatları gerektirdiği gibi değişik ilkel terimler de gerektirir. Hilbert'in düzlem geometriyi aksiyometikleştirmesi altı ilkel terim içermiştir: Nokta, doğru, (bir noktanın bir doğru üzerine) düşmesi, (bir doğru üzerindeki üç noktanın ilişkisi olarak) arasında olma, doğru parçalarının çakışırlığı, ve açıların çakışırlığı. (Hilbert sisteminde üç boyutlu geometri için iki ilkel terime daha ihtiyaç vardır: Düzlem, bir noktanın bir düzleme düşmesi.) Geometrinin, açı, üçgen, çember, vb. gibi tüm diğer terimleri ilkel terimlere dayanılarak tanımlanan terimlerdir. Ancak, ilkel terimler tanımlanmadığına göre onlara nasıl bir anlam verebiliriz, diye sorulabilir. Bunun yanıtı, onlara belli herhangi bir anlam vermenin gereksiz olduğudur. Gerçi, “nokta”. “doğru” vb. terimler bildiğimiz birtakım anlamlar taşırlar; ne var ki, bu terimlerin yer aldığı önermelerin geçerliği bu anlamlardan tümüyle bağımsızdır. Gerçekten de, Euclid geometrisinde “nokta”, “doğru”, “üzerine düşme”, “arasında olma” vb. terimler yerine “1'inci tür nesne”, “2'inci tür nesne”, “1 no.lu ilişki”, “2 no.lu ilişki” vb. gibi nötr terimler koyduğumuzu düşünelim. Şimdi ilkel terimlerini değiştirdiğimiz bu geometriyi ilkel terimlerin alışık olduğumuz anlamlarını bilmeyen uzman bir mantıkçı ya da matematikçiye sunarsak ne olur? Bu uzman kişi için tüm ispatlar geçerliğini korur. Nedenini daha önce de açıklamıştık En sıkı biçimiyle bir ispat, terimlerin bilinen anlamlarına asla başvurmaksızın, aksiyomlardan dedüktif bir çıkarım yapmaktır. Görülüyor ki, aksiyometik bir teorinin ilkel terimlerine belirli anlam verme gereği yoktur; bu nedenle, mantıksal olarak kurulan geometrik bir sistemin ilkel terimlerine mantıksal değişken gözüyle bakılabilir.

Demek oluyor ki, geometride postulatların doğruluğunun ileri sürüldüğü söylenemez; çünkü postulatlar belirli hiçbir anlamı olmayan kavramlarla oluşturulmuştur. Birtakım değişkenleri içeren postulatlar ise ne doğru ne de yanlıştır! Modern mantığa uygun deyişle, postulatlar önerme değil, ancak değişken terimlerden oluşturulan önerme kalıpları (ya da önerme fonksiyonlar)dır. Bu şunu da göstermektedir ki, geometrinin postulatlarını

“apaçık doğrular” saymak da yanlıştır. Çünkü bir savın olmadığı yerde, apaçık doğruluktan da söz edilemez.

5. Saf ve Fiziksel Geometri

Geometri bu anlayış içinde salt formel bir disiplindir; buna *saf geometri* de diyeceğiz. O halde, saf geometrinin (ister Euclid'ci isterse Euclid’ci olmayan türden olsun) belirli bir konusu yoktur; özellikle fiziksel uzaya ilişkin bir sav içermektedir. Tüm teoremleri analitiktir; olgusal içerikten yoksun olmaları nedeniyle kesinlikle doğrudurlar. Saf geometrinin anlamını daha iyi belirlemek için, film yapımcılarının başvurdukları bir söz biçimini kullanabiliriz: İlkel kavramlarla onların geometrik şekillere ilişkin alıştığımız anlamları arasında herhangi bir benzerlik sadece rastlantıdır; postulatlarımız ne geometrik şekillerin, ne fiziksel uzayın özelliklerini, ne de cisimlerin ilişkilerini dile getirmektedir.

Ne var ki, film yapımcılarının inkârı gibi, hiç değilse Euclid geometrisi için ileri sürülen bu saflık savı da pek inandırıcı görünmüyor; en azından tarihsel olarak geçerli değildir. Kökeninde bu geometri, alan ölçmeye ilişkin ve astronominin gelişmesiyle ortaya çıkan birtakım empirik buluşların genellemelerine dayanır. Bu açıdan bakılınca, geometri olgusal içeriklidir; fiziksel uzayın yapı teorisi, ya da kısaca fiziksel geometri adını verebileceğimiz empirik bir bilimdir. Öyle ise saf geometri ile fiziksel geometri arasındaki ilişki nedir?

Fizikçi, fiziksel cisimlere ilişkin önermelerinde nokta, doğru gibi kavramları kullandığında, bu terimlere aşağı yukarı belirli somut anlamlar verir. Onun kullanımında, “nokta” terimi iğne uçları, kesişen saçlar gibi nesnelerin örneklediği noktaları adlandırır. Aynı şekilde, “doğru” terimi gergin ipliklerin ya da türdeş bir ortamda güneş ışınlarının örneklediği nesnelerin adıdır. Fiziksel geometride tüm diğer terimlerin de böyle somut fiziksel anlamları vardır. Şimdi, buna bakarak, fiziksel geometriyi, saf geometrinin (modern mantığın dilini kullanarak) semantik bir yorumu sayabiliriz. Daha genel bir deyişle diyebiliriz ki, saf matematiksel bir teorinin semantik bir yorumu, teorideki her ilkel terime (dolayısıyla her tanımlanmış terime) belirli bir anlam vermek demektir. Fiziksel geometri

söz konusu olduğunda verilen anlam biraz önce de belirttiğimiz gibi fiziksel niteliktedir. İstersek geometriye aritmetik bir yorum da verebiliriz; bunun için ilkel terimlere aritmetik anlam vermek yeter. Geometrinin aritmetik yorumu, sistemin tutarlılık ve diğer mantıksal özelliklerini incelemek yönünden son derece önemlidir; ancak bu konuyu burada ele almayacağız.

Geometrik teorinin başlangıçta yorumlanmamış (değişken) ilkel terimlerine daha sonra verilen fiziksel anlamlar, dolaylı yoldan, teorinin tüm diğer tanımlanmış terimlerine geçer; böylece bu terimlerle formüle edilmiş postulatlarla teoremler de birer önerme kalıbı değil, fiziksel anlamları belli, yanlış ya da doğru oldukları anlamlı olarak sorulabilen birer önermedir. Örneğin, Euclid geometrisinde yorumlanmamış şu postulatı ele alalım: x, y gibi 1’inci türden her iki nesneye karşılık 2'nci türden 1 *gibi bir nesne vardır, öyle ki, hem* O *hem y, l* ile 1 no.lu ilişki içindedir. Bu postulat da geçen üç değişken terim yorumlanmadıkça postulatın doğru olup olmadığını sormanın anlamı yoktur. Ama fiziksel bir yorumla postulat şöyle bir önermeye dönüşür: x; y gibi herhangi iki fiziksel nokta için *l* gibi fiziksel bir doğru vardır, öyle ki hem x, hem y, *l* üzerinde bulunur. Bir fiziksel hipotez niteliğinde olan bu önermenin doğru olup olmadığı anlamlı olarak sorulabilir. Aynı şekilde üçgenin iç açılarının toplamına ilişkin teorem, üç ışık ışını ile çevrili kapalı bir şekli (fiziksel anlamda) iç açılarının toplamı iki dik açıya eşittir savına dönüştürülebilir.

Böylece, herhangi saf geometrik bir teoriyi (Euclid'ci olsun veya olmasın) fiziksel yorumlamayla bir fizik hipotezleri sistemine dönüştürebiliriz. Sistemi oluşturan hipotezlerin doğru olması halinde, fiziksel uzayın yapısına ilişkin bir teori ortaya çıkmış olur. Fakat fiziksel olarak yorumlanmış bir geometrik teorinin olgusal doğruluk sorunu, salt matematiğin değil empirik bilimin de sorunudur; sistematik gözlem ya da deneye başvurularak çözümlenebilir ancak. Bu konuda matematikçinin ileri sürebileceği tek sav şu olabilir: Teorinin fiziksel olarak yorumlanmış tüm postulatları doğru ise, teoremleri de zorunlu olarak doğrudur, çünkü teoremler onların mantıksal sonuçlandır. Buna bakarak denebilir ki, fiziksel uzayın yapısı yönünden Euclid'ci veya Euclid’ci olmadığını saptamak için, yapmamız gereken tek şey fiziksel yorumlanmış postulatları test etmektir. Ne var ki, bunu doğrudan yapmaya pek olanak yoktur; fizik teorilerinin pek çoğunda olduğu gibi geometride de bu temel hipotezler deneysel yoldan

yoklanmaya elverişli değildir. Özellikle, Hilbert'in Euc-lid geometri sisteminde bir doğru üzerinde bazı sonsuz nokta kümelerine ilişkin Cantor'un süreklilik aksiyomu ile paralel aksiyom bu türden hipotezlerdir. Bu nedenle, bilimsel teoriler gibi fiziksel bir geometrinin de empirik olarak doğrulanması ancak dolaylı yoldan olabilir; şöyle ki, teorinin hipotezlerinden, deneysel teste elverişli birtakım mantıksal sonuçlar ya da öndeyiler çıkarılarak, gözlem ya da deney sonuçlarıyla karşılaştırılır. Deney sonuçları hipotezden çıkanları öndeyileri tutarsa, hipotez kanıtlanmış olur, ancak bu bir ispat değildir. Tersine, deney sonuçlarının bir tekinin olumsuz olması hipotezi yanlışlamaya yeter. Tüm hipotezleri böyle kanıtlanan br teori, olumsuz bir deney sonucu çıkmadığı sürece doğru kabul edilebilir.

Bu dolaylı doğrulama bağlamındadır ki, matematik ve mantık empirik bilimler için paha biçilmez değer kazanırlar. Mantık ve matematik olgusal dünyaya ilişkin kendiliklerinden herhangi bir sav ileri sürmezlerse de, Newton mekaniğinin yasaları ya da Euclid geometrisinin fiziksel yorumlanmış postulatları gibi somut teorik hipotezlerden, doğrudan deneysel teste vurulabilir somut sonuçlar çıkarmayı sağlayan etkin ve vazgeçilmez çıkarım yöntemlerini verirler...

Ek 4:
I. İSPAT NEYİ SAĞLAR?[90]
Morris R. Cohen ve Ernest Nagel

Çok eski bir söylentiye göre Siraküz despotu Hiero, ölümsüz tanrılar tapınağına konmak üzere som altından bir adak taç yaptırmayı buyurur. Ne var ki, kuyumcu hakkında kulağına ulaşan birtakım dedikodular, onu kuşkuya düşürür; dönemin büyük bilim adamı Archimedes'den tacı zedelemeksizin altına gümüş katılıp katılmadığını saptamasını ister. Bir gün banyo alırken, Arc-himedes su içinde kollarının, bacaklarının her zamankinden çok daha hafif olduğunu fark etti. Ayrıca gövdesinin küvete dalması ölçüsünde küvetten suyun taştığı dikkatinden kaçmadı. Birden kafasında problemi çözecek bir yöntem belirir, küvetten sıçradığı gibi büyük sevinçle “Buldum! Buldum!” diye bağırarak çırılçıplak evine koşar.

Problemin çözümünün şu önermeye dayandığını okuyucunun bildiğini sanıyorum: *Sudan daha yoğun katı bir cisim suya daldırıldığında, taşırdığı suyun ağırlığınca ağırlığından yitirir.* Ancak bu temel önermenin doğruluğunu nasıl ispatlayabiliriz? Daha doğrusu, Archimedes nasıl ispatlamıştı? Banyodaki gözlemlerini çözümü bulmasına yol açınakla birlikte yeterli kanıt saymaya olanak yoktur.

Okuyucu nasıl bir ispat düşünüyor acaba? Bilimsel düşünmede olguları çıkış noktası kabul eden kişi için tutulacak yol bellidir: Yaylı terazi kullanarak birtakım cisimlerin su içindeki ve su dışındaki ağırlıklarını dikkatle ölçmek. Archimedes, bu yolu tutmayacak kadar akıllı bir bilgindir. İspatın bu olmadığını çok iyi biliyordu. Gerçekten de, önermenin ölçme sonuçlarıyla kanıtlanması hiçbir zaman *yaklaşık* olmaktan ileri geçmez. Su içinde yitirilen ağırlığın alınan iki ölçümünün birbirini tam tutacağı, ya da bu ağırlığın taşan suyun ağırlığına tam eşit ölçüleceği kolayca söylenemez. Kaldı ki, ölçmelerimiz ne denli çok sayıda olursa olsun, önermenin *olası tüm durumlar için* doğru olduğunu göstermez; deneylerimiz olanaklarımızla sınırlıdır, ne uzak geçmişe ne de geleceğe uzanabiliriz. Sonra, bu ölçmeler,

cisimler belli bir büyüklüğü aştığında, ya da su miktarının yeterince arttırılması halinde, önermede dile gelen ilişkinin kendisini sürdüreceği güvencesini bize nasıl verebilir? Deneysel yöntem istisnaların olmayacağı güvencesini verecek nitelikte değildir.

Öyle ise Archimedes söz konusu önermeyi nasıl ispatladı? Talihimize sevinelim ki, onun yeterli bulduğu ispat, *Yüzen Cisimler Üzerine* adlı yapıtının günümüze kalan bölümlerinde saklı duruyor. Yüzyıllar boyunca ispatlamaya model olarak gösterilen bu çözüm, Kepler ve Galileo gibi kişilere çalışmalarında parlak bir esin kaynağı olmuştur. Çözümün ortaya çıkardığı *sıvıların nitelik* veya *tanımı* ile, onlara daldırılan *cisimlerin davranış nitelikleri* arasındaki zorunlu ilişkidir. Archimedes'in çözümünü yakından incelemekle dedüktif akıl yürütmenin temel özelliklerini tanımış olacağız.

Archimedes incelemesine, sıvıların niteliğini tanımlamaya yarayan bir postulat ya da varsayımla başlar. Ardından bu postulata ve geometride ispatlanmış bazı teoremlere dayanarak altı önerme ispatlar. Yedinci bir önermeyi ispatlamak için postulatla birlikte önce gelen iki önermeyi daha kullanması gerekiyor. Şimdi postulatla birlikte yalnız bu iki önermeyi sıraladıktan sonra, yedinci önermenin ispatını vereceğiz. (Bunu yaparken dili' biraz basitleştireceğiz).

Postulat: Bir sıvının niteliğini öyle düşünelim ki, parçalarının tüm biteviye ve sürekli konumlarında daha az basınç altında olan bölümü daha çok basınç altında olan bölümün etkisiyle itilmiş olsun. Gene, sıvının her parçası, üzerinde dik yer alıp ya batmakta olan ya da başka bir bölümün basıncında olan bir parçanın basıncına uğrar.

Önerme 3: Yoğunluğu bir sıvının yoğunluğuna denk katı cisimler o sıvıya bırakıldığında, ne sıvının yüzeyinden dışarda kalırlar, ne de daha aşağı batarlar.

Önerme 6: Yoğunluğu bir sıvının yoğunluğundan daha az olan katı bir cisim zorla o sıvıya daldırılırsa, bu cisim, ağırlığı ile, taşırdığı sıvının ağırlığı arasındaki farka denk bir güçle yukarı itilir.

Önerme 7 ve ispatı şöyledir: içine konduğu sıvıdan daha yoğun olan bir cisim, sıvının dibine batar, ağırlığından taşırdığı sıvının ağırlığı kadar yitirir.

İspat:

1. Önermenin ilk kısmı açıktır: çünkü, cismin altındaki sıvı parçası, bu parçanın altındaki parçalardan daha büyük bir basınca uğrar, bu nedenle de cisim tabana ininceye dek bu parçalar itilmiş olacaktır.

2. Diyelim ki, A cismi aynı oylumdaki sıvıdan daha ağırdır. (G+H) bu cismin, G ise aynı oylumdaki sıvının ağırlığını temsil etsin.

Şimdi, aynı oylumdaki sıvıdan daha hafif B cismini alalım: B'nin ağırlığı G, aynı oylumdaki sıvının ağırlığı da (G+B) olsun. (Başka bir deyişle, B öyle seçilmelidir ki, oylumu, ağırlığı A'nın ağırlığına denk sıvının oylumuna eşit olsun.)

A ile B'yi tek bir cisim olarak birleştirip sıvıya daldırdığımızı düşünelim. Şimdi, (A+B) aynı oylumdaki sıvının ağırlığında olacağından (yani iki ağırlık da (G+H)+G'ye eşit olacağından). (A+B) sıvıda durağan kalacaktır. Öyle ise, A'yı tek başına iken batmaya zorlayan güç, B'yi tek başına iken yukarı iten güce eşit olmalıdır. Bu sonuncusu (G+H) ile G arasındaki farka eşittir. O halde, A cismi H'ye eşit bir güçle batmaktadır; yani A'nın sıvıdaki ağırlığı H'ye, ya da, (G+H) ile G'nin farkına denktir.

Okuyucu bu ispatı, dikkatle ve yineleyerek incelemelidir. Ancak bundan sonra şu sorulan ele alabilir:

1. Bu ispat hangi anlamda önermenin doğruluğunu saptamaktadır? (İspatın kesinleştiğini varsayarak!)

2. İspat kesinlik kazanmış mıdır?

3. İspatın kesinliği konunun hangi öğelerine ya da yönlerine dayanmaktadır?

İspatın mantığı üzerinde açıklık istiyorsak bu soruları doyurucu biçimde yanıtlamak zorundayız.

1. Eğer ispat sağlamsa, önermede dile gelen ilişki, postulatta ifade edilen koşullara uyan tüm cisimler ve tüm sıvılar için geçerli olmalıdır. Önermeye ters düşen bir gözleme olanak olmadığı gibi, doğruluğundan emin olmak için herhangi bir deneye de gerek yoktur. *Postulatı doğru sayıyorsak*, önerme ile çelişecek bir deney sonucunun ilerde ortaya çıkabileceğinden

korkumuz olmamak gerekir. Ancak, “postulatı doğru sayma” koşulu son derece önemlidir. Bu demektir ki, önermenin *olgusal* doğruluğunu ispatlamış *değiliz*. Örneğin, aldığımız bir miktar suda daha yoğun bir cismin batacağını göstermedik, tabii bu su, postulatta özellikleri belirtilen sıvı türünden ise o başka. Bizim gösterdiğimiz şey, *eğer* su postulatta tanımlanan sıvı türünden ise, önermede dile gelen ilişkinin bu su için geçerliliği zorunludur. Ancak postulat gerçekte, ne suyun o türden bir sıvı olduğunu göstermekte, ne de göstermeyi savlamaktadır.

Şimdi Archimedes postulatın tüm sıvılar için “apaçık doğru” olduğuna inanmış olabilir. Böyle ise kesinlikle yanılmıştır. İlerde tekrar tekrar göreceğimiz gibi (daha önce de belirtmiştik) bir önermenin görünürdeki apaçıklığı onun doğruluğu için kesin kanıt değildir. Archimedes'in inancı ne olursa olsun, postulatın doğruluğu ya da yanlışlığı ispatta bir rol oynamaz. Örneğimizde, ispatın ortaya koyduğu şey *sadece* şudur: Sıvı ve katı cisimlerin tanımlayıcı özellikleriyle diğer özellikleri arasındaki zorunlu ilişki. İspat, *önermeler arasındaki* mantıksal ilişkileri *ortaya çıkarmanın ötesinde hiçbir şey yapmaz*. Ele aldığımız herhangi bir sıvının postulatta belirlenen özellikleri taşıyıp taşımadığını ispattan öğrenemeyiz.

İspatta sıvının oylumu ile içine konan cismin büyüklüğünün de rol oynamadığı okuyucunun gözünden kaçmamalıdır. Nedeni şu ki, ispatlanan önerme belli bir oylumdaki sıvıyı değil sıvıyı sıvı olarak ele alan bir öncülden çıkarılmıştır. Demek oluyor ki, bir önermeyi ispatlama, birtakım öncüllerin o önermeyi *içerdiğini*, ya da, başka bir deyişle, önermenin o öncüllerin zorunlu sonucu olduğunu göstermektedir.

2. İkinci soruya geçebiliriz artık: İspat kesinlik kazanmış mıdır? Okuyucu kendini bir yanıta bağlamadan hemen hatırlatalım ki, önerme öncülerin zorunlu bir sonucu ise ancak ispat kesinlik kazanır. Belirtik öncüller dışında varsayımlar gerektiren bir ispat kesin değildir. Öyle ise, belirtik öncüllerin yettiğini, başka öncüllere ihtiyaç kalmadığını nasıl bilebiliriz? Bunu bilmenin bir tek yolu vardır. İspatlama sürecini, herbiri belirtik öncüller dışında hiçbir ekstra öncül gerektirmeyen bir dizi çıkarımlara ayırmak. Şimdi bu yöntemi kullanarak ispatımızı ayrıntılı bir biçimde ortaya koyalım.

İspatın ilk bölümünü şöyle gösterebiliriz:

Postulat

1. Sıvının diğer parçalarından daha fazla basınca uğrayan parçası, daha az basınca uğrayan parçalara yol verir.

Postulat

2. Katı cismin hemen altında bulunan sıvı parçası, bu parçanın altında yer alan parçalardan daha fazla basınca uğrar.

Katı cisim hipotez gereği sıvıdan daha yoğundur.

O halde katı cismin hemen altındaki sıvı parçası, kendi altındaki parçalara yol verir.

İspatın ikinci bölümünü şöyle ifade edebiliriz. (Yollamayı kolaylaştırması bakımından her adımı bir harfle göstereceğiz.)

2a

A'nın ağırlığı (G+H)'ye eşittir

B'nin ağırlığı G'ye eşittir.

O halde: (A+B)'nin ağırlığı
(G+H)+G'ye eşittir.

Hipotez

Hipotez

Bir cismin ağırlığı parça-larının ağırlığının toplamına eşittir; yani ağırlık özelliğinin toplanabilir olduğu varsayılmıştır.

b.

A'nın oylumu, ağırlığı G olan sıvının oylumuna eşittir.

Hipotez

B'nin oylumu, ağırlığı, (G+H) olan sıvının oylumuna eşittir.

Hipotez

O halde: (A+B)'nin oylumu, ağırlığı (G+H) + G olan sıvının oylumuna eşittir.

Bir cismin oylumu, parçalarının oylumlarının toplamına eşittir; yani. oylum özelliğinin toplanabilir olduğu varsayılmıştır. Ayrıca, sıvının yoğunluğunun sabit olması gerektiği varsayılmıştır.

c.

(G+H) + G, oylumu (A+B)'nin oylumuna eşit sıvının ağırlığıdır.

2 b'nin sonucu

O halde: (A+B)'nin ağırlığı oylumu (A+B) olan sıvının ağırlığına eşittir. veya (A+B)'nin yoğunluğu sıvının yoğunluğunun aynıdır.

2 a'nın sonucu

d.

Bir cisim aynı yoğunluktaki bir sıvı içine konursa, ne suyun üstünde kalır, ne de dibe batar.

Önerme 3

(A+B) içine konduğu sıvının yoğunluğundadır.

O halde: (A+B) ne sıvının üstünde kalır, ne de dibe batar. Veya (A+B) sıvıda durağan kalır.

2 c'nin sonucu

e

Sıvının yoğunluğundan daha az yoğun olan bir cisim zorla sıvıya daldırılırsa, bu cisim, kendi ağırlığı ile taşırdığı sıvının ağırlığı arasındaki fark kadar bir güçle yukarı itilir.

B, içine daldırıldığı sıvıdan daha az yoğun bir cisimdir.

O halde: B kendi ağırlığı ile taşırdığı sıvının ağırlığı arasındaki fark kadar bir güçle yukarı itilir.

Önerme 6

f.

G, B'nin ağırlığıdır.

Hipotez

(G+H), B'nin taşırdığı sıvının ağırlığıdır.

O halde: B'nin ağırlığı ile taşırılan sıvının ağırlığı arasındaki fark, G ile (H+G) arasındaki farka, yani H’ye eşittir.

Hipotez

g.

B’nin ağırlığı ile taşırılan sıvının ağırlığı arasındaki fark H’dır.

2 f’nin sonucu

B, kendi ağırlığı ile taşırılan sıvının ağırlığı arasındaki farka denk bir güçle yukarı itilir.

O halde: B, H kadar bir güçle yukarı itilir.

2 e’nin sonucu

h.

(A+B) sıvıda durağan kalır.

2 d'nin sonucu

B, H'ye denk bir güçle yukarı itilir.

O halde: A, H'ye denk bir güçle aşağı itilir.

2 g'nin sonucu

veya

A'nın sıvıdaki ağırlığı H'ye eşittir.

Bir cismi aynı doğrultuda etkileyen güçler cebirsel olarak toplanabilir. Bu, güçlerin toplanabilirlik özelliği ilgili bir varsayımdır.

Görüldüğü gibi, tüm ispat bir dizi farklı adımlara ayrılabilmektedir. Her adım kesin ise, ispatın tümü kesin demektir. Böylece, *salt* postulatı doğru saymakla, önermeyi ispatlayamadığımızı görmekteyiz. Ayrıca, ağırlık, oylum ve güc'ün toplanabilirlik özelliklerine ve bir sıvıdaki yoğunluğun değişmezliğine ilişkin dört varsayıma daha ihtiyaç var. Archimedes bu varsayımları açıkça belirtmemiştir. Bu nedenle onun verdiği ispatı kesin sayamayız. Ne var ki, bu varsayımlar öyle genel niteliktedirler ki, hemen tüm fizik araştırmalarında üstü örtük doğru sayılırlar. Bununla birlikte bunları açıkça dile getirmek önemlidir; yoksa Archimedes'in hidrostatik ilkesini ispatlayamayız. Kaldı ki, modern fiziğin bazı kollarında elde edilen bulgular, bunlardan bir kaçının evrensel doğruluğu konusunda bizi kuşkuya düşürücü niteliktedir. Bilimlerin ilerlemesinde çıkarımlarımızı dayadığımız öncüllerin ya da varsayımların tümünün dikkatle ortaya konması son derece önemlidir.

3. Şimdi üçüncü soruyu yanıtlayabiliriz: İspatın kesinliği konunun hangi öğelerine ya da yönlerine dayanmaktadır? Gördük ki, ispatın tümü, içerdiği tüm adımlar kesinse, kesinlik kazanır. Her adımın kesin olduğunu biliyor muyuz? Biliyoruz, çünkü her adımda öncüller doğru ise, sonucun da *doğru olması zoı^nlu:* Öncüllerle sonuç arasındaki ilişki öyle ki, bu biçimdeki öncüllerin doğru, sonucun yanlış olduğu bir evren bulmaya olanak yoktur.

II. BAZI HATALI İSPATLAR

İspatın dikkatli bir çözümleme gerektirdiğini, tarihsel önemi olan iki çıkarım örneğini incelersek daha iyi göreceğiz.

1. İlk örnek Euclid sistemini geliştirme girişimine ilişkindir. Bilindiği gibi Euclid büyük yapıtında (Geometrinin Öğeleri) işe yirmi üç tanım, beş aksiyom (bunlar tüm bilimlere ortak olan ispatlanmamış genel varsayımlardı) ve beş postulatla (bunlar sadece geometriye ilişkin ispatlanmamış önermelerdi) başlar. Beşinci postulat paralel doğrulara ilişkin bir önermedir; ancak Euclid, yapıtının ilk kitabının yirmi dokuzuncu önermesine gelinceye dek onu kuüanmaz. Şimdi, Euclid'i izleyenler diğer aksiyom ve postulatları "doğruluğu apaçık" saydıkları halde, beşinci postulatı ispata muhtaç gördüler. Bir V. yüzyıl matematikçisi olan Proclus'un dediği gibi, "... dik açıların azaltılması halinde doğruların aynı noktaya yaklaşacağı savı doğru ve zorunludur; ancak bu doğruların uzatılmasıyla aynı noktaya yaklaşımın giderek daha fazla olacağından, doğruların bazen kavuşacağı savı, (doğrular söz konusu olduğunda bunun geçerli olduğunu gösteren bir argümanın yokluğu halinde) akla yakınsa da zorunlu değildir..." Euclid'in yapıtında beşinci postulata ispatlamaksızın yer vermesi, yüzyıllar boyu sisteminde bir kusur sayılmış. ispatı yolunda birçok girişimler yapılmıştır.

Proclus'un bildirimine dayanarak, Ptolerny'nin verdiği bir ispatı inceleyeceğiz. Ama buna geçmeden önce Euclid'in ilgili tanım ve postulatlarına bakalım. Ona göre, paralel doğrular (Tanım. 23), aynı düzlemde iki yönde sonsuza uzatıldıklarında, birbiriyle kesişmeyen doğrulardır. Beş postulat aşağıda verilmiştir.

Postulat 1: "Bir noktadan başka bir noktaya bir doğru çizilebilir."

Postulat 2: "Bir doğru üzerinde sonlu bir doğruyu sürekli uzatmak mümkündür."

Postulat 3: "Verilen bir merkez ve uzaklıkla bir çember çizilebilir."

Postulat 4: "Tüm dik açılar birbirine eşittir."

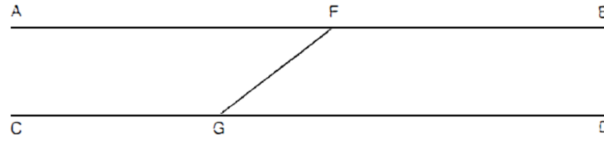
Postulat 5: "İki doğruyu kesen bir doğrunun bir yanda yaptığı iki iç açının toplamı iki dik açının toplamından azsa, o iki doğru açıların bulunduğu yanda yeterince uzatıldığında birbirini keser."

Euclid bu postulatı. 29 no.lu önermeyi, yani "Paralel doğrulan kesen bir doğrunun oluşturduğu iç-ters açılar birbirine eşittir, dıştaki açı içteki ters

açıya. aynı yandaki iç açılar da iki dik açıya eşittir” ispatlamak için benimsemişti.

Ptolemy önce bu 29 no.lu önermeyi paralel postulata başvurmaksızın ispatlayıp, sonra bundan paralel postulatın çıkarsanabilir olduğunu göstermeye çalıştı. Onun akıl yürütmesi şöyle bir çizgi izlemişti:

“Paralel doğrulan kesen doğru, aynı yanda oluşturduğu iç açıların toplamını, iki dik açıya eşit, ya da iki dik açıdan daha fazla veya daha az yapmalıdır.



“AB ile CD doğrularını paralel. FG'yi de onları kesen doğru sayalım. Buna göre. (1) FG'nin aynı yanda oluşturduğu iç açıların iki dik açıdan büyük olmadığını söyleyebiliriz. “Çünkü, eğer AFG ile CGF açılan iki dik açıdan büyük olsaydı, geriye kalan BFG ile DGF'nin toplamı iki dik açıdan az olurdu.

“Ama aynı iki açı, aynı zamanda, iki dik açıdan büyük olmak gerekirdi; çünkü, AF ile CG doğrulan FB ile GD'den daha fazla paralel değildir; öyle ki. AF ile CG üzerine düşen doğru iç açıların toplamını iki dik açıdan büyük yaparsa, FB ile GD üzerine düşen doğru da aynı şeyi yapar.

“Ancak aynı açıları, aynı zamanda, iki dik açıdan küçük saymak gerekirdi; oysa, AFG, CFG, BFG, DFG diye belirlenen dört açı dört dik açıya eşit ol-dugundan buna olanak yoktur.

“Aynı şekilde, (2) paralel doğruları kesen doğrunun aynı yandaki iç açıları iki dik açıdan daha az yapmadığını gösterebiliriz.”

“Ancak, (3) paralel doğrulan kesen doğru aynı yandaki iç açıların toplamını iki dik açıdan ne büyük ne küçük yapmıyorsa, iki dik açının toplamına *eşit* yapıyor demektir.”

Ptolemy'nin ispatı geçerli midir? 29 no.lu önerme, 5. postulatın dışındaki aksiyom ve postulatlardan zorunlu olarak çıkarsanabilir mi? Yukardaki akıl yürütmeyi dikkatle inceleyerek soruyu yanıtlayalım. Ptolemy’ye göre, AFG

ile CFG açılarının iki dik açıdan büyük olduğunu düşünürsek, BFG ile DFG açılarının iki dik açıdan büyük olduğunu düşünmemiz gerekir. Çünkü, paralelleri kesen doğrunun bir yanındaki iç açılar için doğru olan, öteki yanındaki iç açılar için de zorunlu olarak doğrudur. Ne var ki, bu varsayım postulatlar arasında yer almamıştır. Ptolemy bunu, bir yönde AF ile CG ne denli paralel ise, öbür yönde FB ile GD de o denli paraleldir diyerek savunuyor. Ancak bunu söylemek, F noktasından CD doğrusuna sadece bir paralel çizilebileceğini söylemekten başka bir şey değildir. Bu ise ispatlamaya çalıştığı 5. postulata eşdeğer bir önermedir.

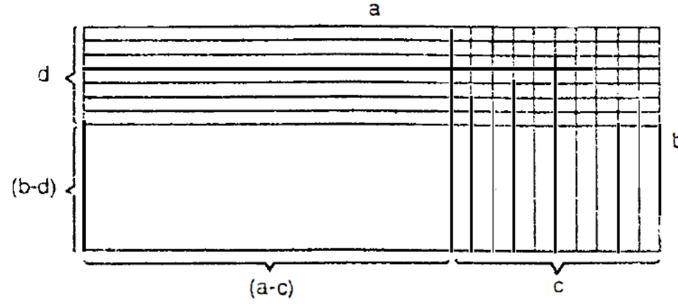
Demek oluyor ki, Ptolemy'nin ispatı başarısız kalmıştır; akıl yürütmesini dikkatle inceleseydi hatasını kendisi de görebilirdi. Gerçekten de 5. postulatın öteki postulatlara dayanılarak ispatlanamayacağını biliyoruz; çünkü, onlardan *bağımsız* olduğu kesinlikle gösterilmiştir (Bir postulatın diğerlerinden bağımsızlığını ispat etme yöntemini kitabımızın VIII. Bölümünde bulabilirsiniz)[{91}]. Okuyucunun akılda tutması gereken nokta şudur: Bir akıl yürütme kendisini oluşturan adımlara dikkatle ayrıldığında. ispatın geçerliliği için gerekli tüm varsayımlar ortaya çıkma olanağı kazanır. Bir ispatta başvurulan varsayımların tümünü bilme, onlara alternatif olabilecek tüm olasılıklara kapıyı açık tutmak bilimsel yöntemin en belirgin özelliğidir. Entelektüel bağnazlık ve küstahlığa karşı dikebileceğimiz tek güvence de bundan ibarettir.

2. Tarihsel önemi olan ikinci bir “ispat” örneğimiz basit cebire ilişkin bir önermenin kanıtlanması girişimidir. Hiç kuşkusuz okuyucu, iki negatif tam sayının çarpımının daima pozitif olduğu kuralını bilir: Örneğin, (-3) x (-4) = (+12). Bu önerme ispatlanabilir mi? Bilindiği gibi bir ispat için başka birta-önermelerin öncül olarak doğru sayılması gerekir. Öyle görünüyor ki, sayıların toplama ve çarpma özelliklerine ilişkin aksiyomlara dayanarak cebiri sistematik bir biçimde kurmaya olanak vardır. Öyle ise sorumuzu şöyle sorabiliriz: iki negatif sayının çarpımının pozitif olduğunu savlayan önermeyi, sadece *pozitif* sayıların toplama ve çarpma özelliklerine ilişkin varsayımlardan mantıksal olarak çıkarsayabilir miyiz?

Ne yazık ki, cebirin sistematik biçimde kurulması son derece soyut olup kavranması için üst düzeyde zihinsel olgunluğa ihtiyaç vardır. Bu nedenle cebir yeni başlayanlara sanki bir yığın kuraldan ibaret imiş gibi öğretilir.

Bununla birlikte, bazen önemli kuralların ispatı verilmek istenir; Örneğin, iki negatif sayının çarpımına ilişkin önermeyi kanıtlama yolunda çok kez şöyle bir akıl yürütmeye gidildiğini görürüz. (Bu akıl yürütmede negatif sayıların çarpımına ilişkin kuralın, pozitif sayıların toplama ve çarpımına ilişkin kural-ların mantıksal bir sonucu olduğu ortaya konmaya çalışılır.)

Kenarları a ve b olan şu dikdörtgeni alalım:



Düzlem geometrinin bir teoremi gereğince bu dikdörtgenin alanı ab'dir. Taranmamış bölümün (kenarları a-c ve b-d olan küçük dikdörtgenin) alanı ise (a-c) (b-d)'ye eşittir. İstersek bunu büyük dikdörtgen ve taranmış küçük dikdörtgenleri kullanarak da gösterebiliriz. Şekle baktığımızda, taranmamış dikdörtgenin alanını, büyük dikdörtgenin alanından kenarları b ve c olan dik taranmış dikdörtgenin alanı (yani bc) ile kenarları a ve d olan yatık taranmış dikdörtgenin alanı (yani ad)nı çıkarıp, hem dik hem yatık taranmış dikdörtgenin alanını (yani cd) ekleyince bulabileceğimizi hemen görürüz. Bunu 1 no.lu denklemle şöyle yazabiliriz:

$(a-c)\,(b-d) = ab-bc-ad+cd.$

Şimdi a ve b'ye sıfır değeri verirsek, 2 no.lu şu denklemi:

$(O - c)\,(O - d) = O \cdot O – O \cdot c – O \cdot d + cd;$

ya da 3 no.lu şu denklemi:

$(-c)\,(-d) = (+cd)$

elde ederiz. Böylece, iki negatifin çarpımı pozitiftir sonucuna ulaşılmış olur.

Arıcak bu ispat geçerli midir? Geçerli olmadığını kolayca gösterebiliriz. Çünkü 1 no.lu denklem, a ile b’nin sıfıra eşit olmadığı varsayımına dayanıyordu. Bir başka varsayıma (1 no.lu denklemin a ile b'nin *tüm*

değerleri için doğru olduğu varsayımına) dayanmaksızın 3 no.lu denklemi 1 no.lu denklemden elde etmemize olanak yoktur. Ne var ki, bu yeni varsayım, pozitif sayıların toplama ve çarpma işlemleri için doğru olan tüm kuralların negatif sayılar için de doğru olduğu varsayımına eşdeğerdir. Oysa ispatlanmak istenen varsayım da budur.

Negatif sayılara ilişkin işlem kurallarının, pozitif sayılara ilişkin olanlardan *bağımsız* olduğunu bilmekteyiz aslında. Bir kez daha, bir argümanı, içerdiği bir dizi adımlara ayırıp gözden geçermenin değerini görüyoruz. Nasıl ki, Euclid'in 5'mci Postulatım ispat etmek içn varsayımların incelenmesi Lobatchevsky ile Bolyai'yi Euclid'çi olmayan geometrileri bulmaya götürdüyse, aynı şekilde, cebirin temel kurallarının incelenmesi de Sir William R. Harnilton ile H. G. Grassmann'ın değişik cebirsel sistemler bulmalarına yol açmıştır. Euclid'çi olmayan geometriler ve daha genel cebirsel sistemler olmasaydı, modern fiziğin tanık olduğumuz atılımlarına pek olanak olmayacaktı. İspatta, başvurulan tüm varsayımları belirtik kılma yönteminin sağladığı önemli sonuçları gözden uzak tutmamak gerekir. Mantıksal yöntemin bilim tarihindeki rolü yakından bilinmedikçe, uygarlığımız yönünden değerini açıklığa kavuş-turamayız, herhalde.

Ek 5:
BİLİM FELSEFESİ: KİŞİSEL BİR BİLDİRİ[92]
Kari R. Popper

Bay Tumbull kötü akıbetlerden söz ediyordu... Oysa şimdi, sözünü ettiği o akıbetlerin gerçekleşmesi için elinden ne geliyorsa yapmakta.

Anthony Trollope

Bu kişisel bildiride bugüne dek hiç yapmadığım bir şeyi yapacağım: Size bilim felsefesindeki çalışma ve gelişmelerimi özetlemek istiyorum. Bu çalışma 1919 güzünde şu sorunlarla başlamıştı: *"Bir teori nasıl olmalı ki, bilimsel sayılsın?"* Başka bir deyişle, *"Bir teorinin bilimsel nitelik veya statüsünü belirleyici bir ölçüt var mıdır?"*

O sırada beni uğraştıran şey ne "Bir teori ne zaman doğrudur?", ne de "bir teori ne zaman kabul edilebilir?", sorulan değildi. Benim problemim başkaydı: *Bilimle sözde-bilimi ayırdetmek istiyordum.* Bilimin çok kez yanıldığını, sözde-bilimin ise bazen doğruyu tutturabildiğini gözden kaçırmaksızın bu ayrımı ortaya çıkarmak istiyordum.

Bu problemin hemen herkesçe benimsenmiş yanıtını biliyordum kuşkusuz. O da şuydu: Bilimi sözde-bilimden (ya da "metafizikten") ayıran şey, gözlem ya da deneye dayanan ve temelde *inductive olan empirik yöntemdir:* Ne var ki, bu yanıt benim için doyurucu olmaktan uzaktı. Benim aradığım ayının, tam tersine, gerçek empirik yöntemle, gerçek olmayanı, belirleyici olmalıydı. Gözlem ve deneye başvurduğu halde, bilimsel ölçülerin dışında kalan bir yönteme gerçek anlamda "empirik" denemezdi. Bolca empirik kanıtlara dayanan astroloji bu yöntemin çarpıcı bir örneği idi.

Ancak beni problemime iten şey astrolojinin sözde-bilimselliği değildi. O

günlerin ortamına, düşüncemi etkileyen kimi gelişmelere değinmeliyim. İmparatorluğun çöküşünden sonra Avusturya'da bir devrim olmuştu. Devrimci düşünce ve sloganlarla doluydu hava. Yeni ve çok kere uçan teoriler günün konusuydu. Beni o zaman en çok ilgilendiren Einstein’ın rölativite teorisi idi. İlgilendiğim diğer teoriler arasında Marx’ın tarihsel maddeciliği, Freud'un psiko-analizi, Adler'in “Bireysel Psikoloji”si en önemlileriydi.

Bu teorilere ilişkin pek çok saçmalıklar konuşuluyor, özellikle rölativite üzerinde bugün bile süren birtakım anlaşılmaz laflar ediliyordu. Talihime bakın ki, bu teoriyi bana ilk tanıtanlar aklı başında, ne dediğini bilen kimselerdi. 1919'da Eddington’un güneş tutulmasıyla ilgili gözlemleri Einstein'ın yer-çekim teorisini doğrulayıcı sonuçları ile açıkladığında arkadaşlarımla birlikte kendimi sonsuz bir heyecan içinde buldum. Entelektüel gelişmemde bugün bile etkisi süren büyük bir şeydi yaşadığımız bu olay.

Öteki üç teoriye gelince, bunlar da ateşli tartışmalara konuydu. Üstelik, Alfred Adler'le kişisel ilişkim vardı. Viyana'nın işçi kesimlerinde kurduğu toplumsal rehberlik kliniklerinde çocuk ve genç eğitimi çalışmalarında ona yardım ediyordum.

Einstein'ın verdiği örnek karşısında Marx'ın, Freud'un ve Adler'in teorileri giderek doyuruculuklarını yitirdiler; bilimsel olma iddiaları bana şüpheli gelmeğe başladı. Şüphem ilkin basit bir soru biçiminde belirmişti: “Bu teorilerin eksik yanı neydi? Bunları Newton’un, özellikle Einstein'ın teorisinden farklı yapan şey neydi?”

Fark bu teorilerin doğru olup olmamalarıyla ilgili değildi; pek azımız Einstein’ın yer çekimi teorisine doğru gözüyle bakıyorduk. Beni kuşkuya düşüren, o teorilerin yanlış olma olasılığı değil, başka bir şeydi. Bilim olarak psikoloji ve sosyolojinin matematiksel fizikten daha az kesin olmaları da beni rahatsız eden şey değildi. Problemim ne doğruluk endişesinden, ne de ölçülebilirlik kaygısından ileri geliyordu. Problemim düpedüz bu tür teorilerin, tüm bilimsel görünümlerine karşın, bilimden çok ilkel efsane veya masalları andırmaları, astronomiden çok astrolojiye benzemeleri idi.

Marx'ı, Freud'ı ve Adler'i beğenenlerin, bazı ortak noktalar üzerinde birleştiklerini, teorilerin görünürdeki *açıklayıcı güçlerinden son derece etkilendiklerini görüyordum. Bu teoriler kendi alanlarında* olup biten hemen her şeyi açıklayabilir güçte görünüyordu. Her biri kişiye, o zamana kadar kendisi için kapalı olan yepyeni bir dünya açıyordu sanki. Bir kez inanınca, artık her şey tam bir açıklık kazanmakta, dinde olduğu gibi yanıtsız soru kalmamaktaydı. Teoriyi benimsemeniz, doğru olduğunu görmeniz için yeterliydi. Dünya teoriyi doğrulayan olaylarla doluydu. Ne olursa olsun, teoriyi doğrulamaktan geri kalmıyordu. Teorinin doğruluğu apaçıktı. İnanmayanlar gözleri apaçıklığa kapalı kimselerdi. Onlar gerçeği göremezlerdi, çünkü ya bağlı oldukları sınıf çıkarları buna engeldi, ya da henüz psiko-analizi yapılmamış bilinçaltı düğümleri buna elvermiyordu.

Dikkatimden kaçmayan en belirgin özellik de, teorileri “doğrulayan” gözlemlerin bir türlü bitmek tükenmek bilmez çokluğuydu. Teorilerin destekleyicilerinin de üzerinde en çok durdukları noktaydı bu. Bir Marxist hangi gazeteyi açsa, tarihi maddeciliği doğrulayan bir sürü kanıt gösterebilirdi. Yalnız haberlerde değil, haberleri veriş biçiminde de (çünkü gazetenin sınıfsal eğilimi söz konusudur) bu olanak vardı. Hatta gazetenin yazmadıklarında da böyle kanıtlar bulunuyordu. Freud'cu analistler de klinik gözlemlerinde teorilerini sürekli doğrulayıcı kanıtlar bulduklarını söylüyorlardı. Adler'e gelince, kişisel bir yaşantım durumu açıklamaya yeter: 1919'da teorisine pek uymayan bir olayı iletmiştim ona. Oysa, o olayı teorisiyle açıklamada en küçük bir güçlük görmedi; olayın kahramanı çocuğu bir kez olsun görmeden "aşağılık duygusu” deyip işin içinden çıktı. Bundan nasıl emin olabileceğini sorduğumda, "Çünkü,” dedi, "böyle bin tane deneyimim var.” kendimi tutamayarak, "Bu olayla deneyiminiz şimdi bin bir oldu öyleyse.” dedim.

Aslında daha önceki gözlemleri bu sonuncusundan daha sağlam değildi; Adler için her olgu teorisini doğrulayan bir kanıt olarak yorumlanabilirdi. Ama bu ne demekti? Bir olguya teorinize uygun bir anlam verebileceğinizi göstermiş olmanın ötesinde bir anlamı yoktu bunun. Adler'inki, Freud'unki türden teorilere uymayan gözlem olabilir miydi? İnsan davranışı ile ilgili birbirinden çok farklı iki örnek vererek demek istediğimi açıklayayım: Örneğin birinde, boğmak anacıyla bir çocuğu suya iten biri var; ötekinde, tam tersine, çocuğu kurtarmak için boğulmayı göze alan bir başkası var.

Birbirine zıt düşen bu iki davranışı hem Freud'un hem de Adler'in teorisine dayanarak açıklamak olanaklı. Freud'a göre, adamlardan ilki Oedipus kompleksinin bir öğesi olan "represiyondan" mustariptir; ikinci adam ise "sublimasyon"a erişmiştir. Adler'e göre ise, her iki adam da aşağılık kompleksinin etkisinde davranmıştır; şu farkla ki, biri cinayet işleyebileceğini, diğeri yüce bir eyleme yetenekli olduğunu kendine ispatlamak gereksinmesini duymuştur. Gerçekten, bu teorilere aykırı düşecek bir davranış düşünülemezdi. Bu teorileri tutanların gözünde de teorilerin sağlamlığı her şeyi açıklar görünmelerindeki güçten ileri geliyordu. Oysa bana göre görünürdeki bu güç, onların en zayıf yanıydı.

Einstein'ın teorisinde durum tümüyle değişikti. Bir örnek olsun diye, o sıra Eddington'un bulgularıyla doğrulanın öndeyiyi (prediction) ele alalım. Einstein'ın gravitasyon teorisine göre, güneş gibi büyük bir kütlenin yakınından geçen bir ışık, herhangi bir maddesel nesne gibi, çekilir. Bu demektir ki konumu güneşe göre yakın görünen sabit bir yıldız, gönderdiği ışığın etkilenmesi nedeniyle olması gereken konumundan belli bir miktarda sapmış görünecektir. Başka bir deyişle güneşe yakın olan yıldızları, güneşten ve birbirinden bir miktar uzaklaşmış göreceğiz. Bu gün ışığında saptanamayacak bir olgudur; ancak bir güneş tutulması sırasında çekilen fotoğraflar aynı yıldızların geceleyin çekilen fotoğraflarıyla mukayese edildiğinde beklenen sonucun var olup olmadığı ortaya konabilirdi.

Şimdi buradaki can alıcı nokta böyle bir öndeyinin taşıdığı risktir. Gözlemler, beklenen sonucun var olmadığını gösterseydi, teori düpedüz yanlışlanmış olacaktı. *Bilimsel bir teori, olası gözlem sonuçlarının tümüyle bağdaşır nitelikte olamaz;* belli bazı gözlemler teoriyle ters düşecektir. Nitekim Einstein'dan önce herkesin beklentisi herhangi bir sapmayı içermeyen bir gözlemi gerektirmekteydi. İki tür teori arasındaki fark ne kadar çarpıcı, değil mi? Daha önce sözünü ettiğim teorilere, ne denli değişik olursa olsun, hiçbir davranış ters düşmemekteydi; her olgu doğrulayıcı bir kanıt niteliğindeydi.

Bu farkın o zaman (1919-20) beni götürdüğü sonuçları şimdi şöyle özetleyebilirim:

15. İstediğimiz bir teoriyi doğrulamaksa, doğrulayıcı kanıtlar bulmakta bir güçlük yoktur.

16. Bir kanıtı, *risk taşıyan bir öndeyinin* sonucu ise, doğrulayıcı saymalıyız. Başka bir deyişle, teori ışığında yorumlanmamış haliyle, teoriye ters düşeceğini, daha doğrusu teoriyi yanlışlayacağını beklediğimiz bir olgu ancak doğrulayıcı kanıt olabilir.

17. Her "iyi" bilimsel teori bir yasaklamadır; bazı şeylerin olmasını yasaklar. Bir teoriyi yasakladığı ölçüde iyi saymalıyız.

18. Düşünülebilen hiçbir olguyla reddedemeyeceğimiz bir teori bilimsel değildir. Reddedilemezlik, çok kez sanıldığının tersine, bir teori için bir erdem değil, bir kusur, bir yetmezliktir.

19. Bir teoriyi gerçekten test etme onu yanlışlamaya çalışmakla olanak kazanır. Test edilebilirlik yanlışlanabilirlik demektir. Ancak testedilebilirlik bir derece sorunudur; kimi teoriler testedilebilirlik yönünden daha elverişli, dolayısı ile daha fazla yanlışlanabilir niteliktedir. Bunlar riski büyük teorilerdir.

20. Eldeki teoriye yönelik gerçek bir yoklamanın sonucu olmadıkça hiçbir kanıtı doğrulayıcı saymamalıyız; bu ise teorinin tüm yanlışlama çabalarımıza karşın dayanma gücü göstermesi demektir.

21. Gerçekten test edilebilir kimi teorilerin yanlış oldukları anlaşıldıktan sonra da atılmadıklarını görüyoruz. Bunların durumuna göre ya bazı ek varsayımlarla pekiştirilerek ya da yeniden yorumlanarak reddi önlenir. Bir teoriyi, bilimsel niteliğini yok etmek veya hiç değilse düşürmek yoluyla reddedilmekten kurtarmak her zaman olasıdır. (Bu türden kurtarma girişimlerini, daha sonra, "sıradan çarpıtma" diye adlandırdım.)

Tüm bu dediklerimizi bir tek cümlede şöyle dile getirebiliriz: Bir teorinin bilimsellik ölçütü onun yanlışlanabilirlik, reddedilebilirlik ya da test edilebilirlik niteliğidir.

Ek 6:
DOĞRULAMA MANTIĞI: İNDÜKSİYON[93]
H. Reichenbach

Bundan önceki bölümde gözden geçirdiğimiz simgesel mantık dedüktif türden mantıktı; niteliği mantıksal zorunluk olan düşünme işlemlerini konu alan mantık. Dedüktif düşünme işlemlerine de geniş yer veren empirik bilim, başka tür bir mantığı daha içerir. Kullandığı işlemlerin niteliğine uygun olarak bu mantığa indüktif mantık diyeceğiz.

Indüktif mantığı dedüktif mantıktan ayıran özelliği boş olmaması, başka bir deyişle, ulaştığı sonucun öncüllerde saklı olmamasıdır. Örneğin, şimdiye dek gözlediğimiz kargaların hepsinin siyah olmasına dayanarak tüm kargaların siyah olduğu sonucuna gidebiliriz; ne var ki bu sonuç dayanılan öncülleri aşmaktadır: Öncüllerin tümü doğru, sonuç yanlış olabilir. İndüksiyon, yeni bir şeyi, daha önceki gözlemlerimizin ötesinde bir şeyi, bulmaya yönelik bilimsel yöntemin dayandığı bir düşünme türüdür. Bu özelliği ile indüksiyon öndeyici bilginin bir aracıdır.

İndüktif çıkarımların bilimsel yöntem için vazgeçilmez olduğunu ilk önce Bacon açıkça ortaya koymuştur. Bu nedenle felsefe tarihinde adı “indüksiyon peygamberi” diye geçer. Ama o, indüksiyonun zayıf yanlarını da biliyordu: Sonucun zorunluktan yoksun olması, öncüllerin doğru olmasına karşın yanlış çıkma olasılığı gibi. İndüksiyonu yöntem olarak geliştirme çabasının pek başarılı olduğu da söylenemez. Üstelik, modern bilimin dayandığı *hipotetik-dedüktif metodun* içerdiği indüksiyon daha karmaşık bir yapıda olup, Ba-con'un basit indüksiyonundan çok daha üstündür. Ancak bu yöntem bile mantıksal zorunluğu sağlayamamaktadır; sonucun yanlış olma olasılığı gene vardır. Öndeyici bilgilerimizde dedüktif mantığın güvenirliğine erişemiyoruz.

Hipotetik-dedüktif metot, ya da *açıklayıcı indüksiyon* dediğimiz yöntem, felsefeci ve bilim adamlarının çokça tartıştıkları, ama mantıksal niteliği çoğu kez yanlış anlaşılan bir yöntemdir. Teoriden gözlemsel olgulara giden

çıkarım genellikle matematik yöntemlerle yapıldığından, kimi filozoflar teorilerin dedüktif mantık yoluyla doğrulanabileceği inancına kapılmışlardır. Bu görüş dayanaksızdır, çünkü bir teorinin doğrulanması teoriden olgulara giden çıkarıma değil, tam tersine, olgulardan teoriye giden çıkarıma dayanır. Bu ise dedüktif değil, indüktif bir çıkarımdır. Çıkış noktası gözlemsel verilerdir; teorinin doğrulanması bilgilerimizi oluşturan bu verilere dayanır.

Öte yandan, bu indüktif çıkarımın yapılış biçimi de filozofları ikinci bir yanlışlığa düşürmüştür. Bilim adamları buldukları teorilere genellikle tahmin yoluyla ulaşırlar. Teorilerini belli bir yöntem kullanarak bulduklarını söyleyemezler, sadece doğru tahmin yürüttüklerinden, teorilerinin akla yakın göründüğünden, ya da olgulara hangi varsayımın daha uygun düşebileceği sezgisinden söz edebilirler. Kimi filozoflar buluşun bu tür psikolojik anlatımını, olgulardan teoriye gidişte hiçbir mantıksal ilişkinin olmadığı biçiminde yanlış yorumlamışlar, hatta hipotetik-dedüktif metodun mantıksal açıklamasını olanaksız salmışlardır. Onlara göre indüktif çıkarım, mantıksal çözümlemeye elverişsiz bir tahmin işidir. Bu filozofların görmediği şey şu: Bir teoriye tahminle ulaşan bilim adamı teorisini başkalarına ancak olgularla doğruladıktan sonra sunar. Bilim adamının indüktif çıkarımı kullandığı yer işte bu teorisini doğrulama aşamasıdır! O yalnız teorisinden olgulara gidebileceğini değil, aynı zamanda, olguların teorisini olası kıldığını, teorisinden yeni gözlemlerin öndeyişi yapılabileceğini göstermek ister. İndüktif çıkarım, bir teori bulmada değil, bulunan teoriyi olgulara giderek doğrulamada kullanılan bir araçtır.

Hipotetik-dedüktif metodu akıldışı (irrasyonel) bir tahmin saymak *bulma bağlamı* ile *doğrulama bağlamını* birbirinden ayırmamaktan doğan mistikçe bir yorumdur. Bulma eylemi mantıksal çözümlemeye gelmez; yaratıcı dehanın yerini alacak bir “bulma makinası” yapmamıza elveren hiçbir mantık kuralı yoktur. Bilimsel buluşları açıklamak mantıkçının görevi değildir. Onun yapabileceği sadece verilen olgularla bu olguları açıklama amacı günden bir teori arasındaki ilişkiyi çözümlemektir. Başka bir deyişle, mantık yalnız doğrulama bağlamı ile uğraşır. Bir teorinin gözlemsel verilere giderek doğrulanması da indüktif mantığın işidir.

İndüktif çıkarım, olasılık teorisinin inceleme konusudur; çünkü, gözlemsel

olgular bir teoriye ancak olasılık verir, yoksa ona kesinlik kazandırmaz. lndüksiyonu böyle olasılık teorisine bağlama bile bazı yanlış anlamalara yol açmaktan geri kalmamıştır. Bir teorinin doğrulanmasında yer alan olasılığın mantıksal yapısını görmek kolay değildir. Kimi mantıkçılar, doğrulamayı dedüktif çıkarımın tersi biçiminde yorumlamaları gereğine inandılar. Demek istiyorlardı ki, teoriden olgulara dedüktif yoldan gidildiğine göre, olgulardan teoriye de indüktif yoldan gidilebilir. Ne var ki, bu yorum son derece yüzeyseldir. İndüktif çıkarımı yapmak için, teoriden olgulara giden dedüktif ilişkiden çok daha fazla şey bilmek gerekir.

Basit bir inceleme bile doğrulama ya da kanıtlama mantığının karmaşık yapısını göstermeye yeter. Aynı olgu kümesinin birden fazla teoriye uyduğunu biliriz. Başka bir deyişle birçok teoriden aynı olguları çıkarma olanağı vardır. İndüktif mantığı bu teorilerin her birine bir olasılık vermede kullanırız; doğru kabul ettiğimiz teori olasılığı en yüksek teoridir. Bu teorileri ayırt edebilmek için, onların olgulara olan dedüktif ilişkilerinden daha fazlasını bilmeye ihtiyaç vardır.

Kanıtlamanın dayandığı çıkarımın gerçek niteliğini anlamak istiyorsak, olasılık teorisini incelememiz gerekir. Matematiksel bir disiplin olan bu teori *dolaylı kanıt* genel problemini kapsayan yöntemler geliştirmiştir. Bilimsel teorileri doğrulamanın dayandığı çıkarım türü bu genel problemin bir alt bölümünü oluşturmaktadır. Genel problemi bir örnekle göstermek için bir cinayet failini ortaya çıkarmada polisin kullandığı mantıksal düşünme biçimini ele alacağım. Gözlemsel veri olarak, kan lekeli bir mendil, bir tornavida, bir de zengin bir dulun ortadan kayboluşu var. Cinayete ilişkin çeşitli ihtimaller akla gelmekte. Polis bu ihtimallerden olasılığı en yüksek olanı saptamak istiyor. Düşüncesi olasılık teorisinin bilinen kurallarını izliyor: Sonuca ulaşmaya çalışırken elindeki tüm olgusal verileri, insan psikolojisi üzerindeki tüm bilgilerini kullanır. Sonra ulaştığı sonucu, bu amaca yönelik planlanmış yeni gözlemlere giderek testeder. Yeni gözlemlere dayanan her test, yapılan açıklamanın olasılığını ya arttırır, ya da azaltır, ancak açıklamayı asla kesinlikle ispatlamaya yetmez. Polisin düşünme biçimini belirginleştirmek isteyen mantıkçı, gerekli tüm mantık donatımını olasılık hesabında bulabilir. Olasılık değerlerini tam hesaplamak için gerekli istatistiksel gereçlerden yoksun da olsa, olasılık formüllerini nitel bir anlamda uygulayabilir, sonucu kabataslak da olsa belirleyebilir.

Aynı düşünceleri, bilimsel teorilerin olasılığı konusunda da geçerli sayabiliriz. Burada gözlemsel olguların açıklanmasında ortaya çıkan teorilerden birini seçme söz konusudur. Seçme, bir açıklamayı diğerinden daha olası gösteren genel bilgiler kullanılarak yapılır...

İşte bu nedenlerle indüktif mantığın incelenmesi bizi ister istemez olasılık teorisinin içine atar. İndüktif bir çıkarımda öncüller sonucu kesinleştirmez, ancak olası kılar. Bu çıkarım olasılık hesapları çerçevesinde bir işlem olarak anlaşılmalıdır. Nedensellik yasalarını olasılık yasalarına dönüştüren gelişmelerle birleştiğinde bu düşünceler, olasılık teorisinin modern bilimi anlama bakımından neden çok önemli bir inceleme konusu olduğunu göstermeğe yeter. Olasılık teorisi doğa yasalarının biçimini olduğu kadar, öndeyici bilginin aracını da belirleyici güçtedir. İnceleme konusu olarak bilimsel yöntemin özünü oluşturur.

Ek 7:
BİLİMSEL YÖNTEMİN İKİ KAYNAĞI[94]
J. Bronowski

Bilimsel davranmak, hatta insanca davranmak için iki şey gereklidir: Olgu ve düşünce. Bilim olgu toplamadan ibaret değildir; tek başına düşünce de yetmez ne denli akılcı olursa olsun. Bilimsel süreçler insan eylemini empirik olgu ile rasyonel düşünceyi birleştirerek ilerlemede nitelemektedir. Öyle ki bunları kolayca ayırt edemeyiz. Tüm yaşamımızda olduğu gibi bilimde de olgu ile düşünce arasında sürekli bir gidip-gelme, gözlem verilerini açıklayıcı düşüncelere gitme, düşüncenin içeriklerini denetlemek için yeni gözlemlere dönme eylemi, teori ile deney arasında bir bitmeyen mekik dokuma vardır.

Bilimin temelini, bu iki öğenin (olgu ile düşüncenin) birleşimi oluşturur. Felsefesinde bu noktayı vurgulayan, Whitehead, Galileo ile çağdaşlarının, mantıksal ve empirik yöntemleri ancak birlikte anlamlı görmelerini Bilimsel Devrimin başlangıcı saymaktadır. Whitehead'e göre, Orta Çağın doğaya yaklaşımı bizimki kadar mantıksaldır. Onlara üstünlüğümüz daha fazla rasyonalist olduğumuzdan değil, mantıksal çıkarımlarımızı her adımda olguların denetiminden geçirme titizliğimizdir. Sözün ve düşüncenin yetkisi karşısına olguların gücünü çıkarma eyleminin başladığı an, Pisa'da bir sahne ile dramatize edilmiştir çok kez. Söylentiye göre, Galileo Pisa'nın eğik kulesinden biri büyük, biri küçük iki kütle atmış, yere birlikte ulaştıklarını göstererek Aristoteles ile Aquinas'ın bu konudaki savlarını çürütmüştür. Ne var ki, tarih pek seyrek bu denli basit ve kesin olabilir. Galileo anılan deneyi yapmamıştır gerçekte; yapanlar da o sonucu elde edemediklerini görmüşlerdir. Bu arada mantık deneyi oluşturmaktaydı. Paris ekolünde bağımsız bazı düşünürler, Aristoteles'in, büyük kütlelerin küçüklerden daha hızlı düştüğü buyruğunu bir süreden beri kuşkuyla karşılamaktaydılar.

Kuşkularının gerisindeki mantığı şöyle belirtebiliriz: Aynı büyüklükte üç

kütle yere birlikte düştüğüne göre, bunlardan ikisini bağlarsak, üçüncüsüne göre yere düşme hızlarını arttırabilir miyiz? Besbelli ki bu pek akla yakın değildi.

Bilimsel Devrimi bu ya da başka bir olayla başlatma konusunda fazla eleyip sık dokumaya gerek yok. Hiçbir görüş değişimi ne Whitehead'in ima ettiği kadar doğrudan, ne de kimi zaman benim çarpıcı bir biçimde sunduğum kadar ani olur. Endüstri Devriminin başlangıcı 1760'tan çok öncelere dayanır. Bunun gibi Bilimsel Devrimin de başlangıcı ister masal ister gerçek olsun 1600 sıralarında geçtiği söylenen Pisa'nın eğik kule deneyinden çok gerilere uzanır. Ama bizi ilgilendiren başlangıç noktası değildir. Bizi ilgilendiren eski görüşten yeni görüşe geçişte gözlenen somut, temel değişmedir. Bilimsel Devrimden önceki görüş, hiyerarşik bir doğaya uygulanan skolastik mantıkla yetiniyordu. Bilimsel Devrim buna son verdi; rasyonel olanla empirik olanı, düşünce ile olguyu, teori ile pratik deneyi birleştirdi. Bilim bugün de bu birleşime dayanmaktadır. Gerçi, zaman zaman Eddington gibi kimi büyük spekülatif bilginler deneye gitmeksizin tüm fizik yasalarını mantıksal olarak çıkarabilecekleri savında oldukları görünümünü vermişlerdir. Ancak bu gibilerin çalışmalarını yakından incelediğimizde, Orta Çağa dönüş içinde olmadıklarını görüyoruz; gerçek savları fizik yasalarının, şimdiye kadarki anlayışın tersine, çok daha az deneye başvurularak çıkarılabileceği noktasında toplanıyor.

17'nci yüzyılın ilk yarısında ortaya çıkan iki büyük düşünürden biri bilime rasyonel yaklaşımı, diğeri empirik yaklaşımı ile ünlüdür. Descartes mantıksal yöntemin, Francis Bacon ise deneysel yöntemin öncüsü sayılır. Gerçekten de, bu iki düşünür Fransız ve İngiliz düşünce biçimleri arasındaki ayrılığı çok iyi simgelemektedirler. İlginçtir, Descartes bilimsel çalışmalarının çoğunu yatakta yapmıştır; Bacon ise altmış beş yaşında soğuk bir kış günü deney için bir tavuğu karla doldurmak üzere dışarı çıktığında üşüterek ölmüştür. Descartes'in İngiliz deneyciliğine ters düşen güçlü etkisi, içeriğindeki değişiklikten çok, biçimindeki katılıktan kaynaklanıyordu.

Ne var ki, Newton'un kafa yapısının oluşumunda Bacon kadar Descartes örneği de önemli olmuştur. Bazı yönlerden bu örneğin daha da önemli olduğu söylenebilir. Şöyle ki, İngiliz Kraliyet Akademisini Bacon

paralelinde bir sürü deneyci doldurmuştu; ancak ortaya konan deneyler belli bir sistemden yoksun, gelişigüzel çalışmalar olmaktan ileri geçmiyordu. Descartes'in doğayı her zaman ve her yerde bir ve aynı tutan, açıklamalarını mantıksal düzeyde arayan görüşü yabancıydı onlara. Oysa, Newton matematiğin evrensel gücünde somutlaşan bu görüşü deneyle birleştirerek iki geleneği kaynaştırmada geç kalmamıştır. Descartes'in tüm yaşamı bir gece geç vakit birdenbire benliğini saran bir düşünce ile biçimlenmişti: Evren matematiksel bir düzene dayanmaktadır. Yaşamı boyunca, 10 Kasım 1619'da henüz 23 yaşında iken kafasında doğan bu ışığın etkisinden kurtulamadı; başından geçen olayı bir mistiğin ruh çekingenliği ile anlatırdı. Oysa Bacon tam tersine matematiksel yöntemin önemini küçümsemekten geri kalmamış, bu yüzden de verdiği örnek kötü olmuştur.

Belirtmeye çalıştığım şu: Empirik ve mantıksal yöntemlerin birbirine dayanarak yürümeleri zorunludur; birinde atılan bir adım, ötekinde yeni bir adıma yol açar. Empirik yöntemin olguları vurgulaması, teorik düşünürlere çıkarımlarını olgulardan yapmaları gerektiğini öğütlemesi doğaldır. Öte yandan, teorik düşünürlerin de bir dünya tasarlamaları ve bunun gerçeğe ne denli uyduğunu denetlemeleri de o derece doğaldır. Bugün çoğumuzda güçlü bir empirik eğilim göze çarpmaktadır. Olgular bize yakın ve çekici gelmekte, oysa teori uzak ve zor görünmektedir. Bu nedenle, tüm bilimi olguları saptayan, bunlardan belirledikleri sistemi çıkaran mantıksal bir süreç gibi düşünmek işimize gelir. Newton'un yaptığı bu değildi. Kaldı ki, bu anlayış bilimin gerçek yöntemini de yansıtmaktan uzaktır. Garip olan şu ki, biz bu dedüktif yöntemi uygulanan ya da uygulanmaya elverişli bir yöntem gibi görürüz.

Newton'un yöntemi tümüyle değişikti. Newton, Galileo ile diğer İtalyanların deneylerinden, kütlelerin nasıl davrandığına ilişkin bazı genel düşünceler çıkarmıştı: Örneğin, kütleler, bir dış kuvvet etkilemedikçe, durumlarını korurlar; hareket halinde iseler, düz bir çizgi izleyerek aynı hızla ilerlerler. Bu kadarıyla yöntemi dedüktif sayabiliriz, çünkü büyük ölçüde deneye dayanmaktadır. Ancak, çeşitli yasalardan olası dünyalar kurmada çokça zihinsel deneyleri içeren bu aşamanın tam da dedüktif olduğu su götürür.

Yöntemin gerçek çehresi asıl ikinci aşamada kendini göstermektedir. Newton bu aşamada, orta büyüklükteki kütlelerin uyduğu yasaların, türü ve büyüklüğü ne olursa olsun, tüm parçacıklar için geçerli olduğu genellemesine ulaşıyor; bu düşüncesini olguların denetiminden geçirmek için de, aynı yasa ya da aksiyomlara bağlı parçacıklardan kurduğu kendine özgü yeni bir dünya oluşturuyordu. Bu dünya, Euclid'in kendi aksiyomlarından kurduğu geometrinin soyut dünyası kadar yapma idi. Euclid, nokta, çizgi, düzlem gibi nesneleri tanımlayarak, bunların karşılıklı ilişkilerini belirleyen aksiyomları koyuyordu. Sonra, bu aksiyomlardan çıkan çok sayıda sonuçları bir dizi önerme biçiminde dile getiriyordu. Euclid'e duyduğumuz saygı da işte soyut düzeyde kurduğu bu dünyanın, gördüğümüz, dokunduğumuz gerçek dünya ile tam bir uygunluk içinde olmasından ileri gelmektedir. Aksiyomlarını doğru saymamızın nedeni, Euclid'in bunları gerçek dünyadan çıkardığı gibi yanlış bir inanç değil, bu aksiyomlardan çıkan sonuçların olgulara tıpatıp uymasıdır.

Newton'un izlediği yöntem de bundan farksızdı ve bu yöntem ilk kez Newton'un elinde fizik dünyaya uygulanıyordu. Dünyada her şeyin küçük parçacıklardan oluştuğu varsayımında olan Newton nedense bunları tanımlama yoluna asla gitmedi. Democritus ile Lucretius'un atomlarına benzetebiliriz onun bu parçacıklarını. Ama o böyle demiyordu; hatta bu varsayıma inandığını söylemek de güçtür...

Newton, evreni bilinmeyen parçacık kitlelerinin oluşturduğu elma, ay, gezegen, güneş gibi nesnelerden kuruyordu. Maddenin bu son derece küçük parçacık kümeleri, ona göre birbirinden farksızdı: Duruyorlarsa durağanlıklarını, hareket halinde iseler düz bir çizgi üzerinde hareketlerini, bir dış kuvvet değiştirinceye dek, sürdürürler. Parçacıkları etkileyen en büyük dış kuvvet de yer çekimi idi. Buna göre, evrendeki her parçacık kendisine denk başka bir parçacığı, sadece aralarındaki uzaklığa göre değişen bir kuvvetle çeker. Öyle ki uzaklık iki katına çıktığında çekim kuvveti dörtte birine düşer.

Şimdi, bu doğal olarak kurgusal bir dünyadır. Henüz bir makine olduğu bile gösterilmeyen bir tasvir. Hatta başlangıçta saptadığımız işleyişini sürdürüp sürdürmeyeceğini bile bu aşamada bilmiyoruz. Bildiğimiz kadarıyla ya tüm parçacıklarının dağılıp uzaklaşması, ya da tam tersine merkezde toplanması

nedeniyle işlemeyebilir. Şimdilik elimizde sadece tanımlarla aksiyomlar var: Bundan sonraki adım Euclid'de olduğu gibi teoremleri, yani hayaleti andıran parçacıklar arasındaki gölge dansın sonuçlarını, türetmektir. İşte New-ton matematikçi olarak büyük gücünü bu noktada göstermiştir. Aynı tasvire ulaşan Hooke ve diğer bilginler; sonuçları çıkaracak matematik yeteneğinden yoksun oldukları için, spekülasyondan öteye geçemediler. İlkin, bu yasalar gereğince, yoğun bir küre oluşturan parçacık kitlesinin küre dışındaki bir nesneye davranışı kürenin merkezindeki ağır bir parçacığın davranışından farksız olduğunu göstermek gerekir. Matematiğin basitliği bu olguya dayanır; bu olgu da uzaklığın karesine göre gücü azalan gravitasyona dayanır. Başka bir gravitasyon yasasının geçerli olduğu bir dünyada küresel gök cisimleri bir noktada yoğunlaşmış madde gibi davranmazdı. Bu nedenle de gezegen yörüngeleri ne kararlı ne de hesaplanabilir türden olabilirdi.

Kaldı ki, bu sadece ilk adımdır. Newton bunun sonucu olarak gezegen yörüngelerinin hesaplanabilir olduğunu göstermeye koyulur. Yörüngelerin Kepler'in ölçtüğü elipsler olduğunu, tanrısal bir saat gibi dönen kararlı yollar olarak kaldığını gösterir. daha ileri giderek, gelgitleri, kuyruklu yıldızların yörüngelerini hesaplar. Böylece yavaş yavaş bir denizci, astronom ya da Brighton kıyılannda piknik yapan birinin gördüğü dünyanın tıpkısı bir dünya oluşturur. Kurgusal dünyanın birdenbire gerçek dünya ile tam bir uyum içinde olduğu görülür. İşte bu uyumdur ki, bizi Newton'un tasvirine ve ona temel olan yasalarına inandırmaktadır. Bu yasalar, görünür hiçbir biçimde deneyden mantıksal çıkarımlar değildir. Onların başarısı gerçek dünyadan çıkarımlar olmalarında değil, ana çizgileriyle bildiğimiz dünyaya benzer bir dünyayı içermelerinde aranmalıdır. Her biri Newton yasalarına uyan küçük parçacıkların gerçek dünyayı oluşturduğu inancımızın kaynağı da bu başarıda yatmaktadır. öyle ki bu inancın, bugüne değin yöntem ve metafiziğimizin biçimlenmesinde çok önemli sonuçları olmuştur.

Newton'un yıldızlı dünyasını kurma etkinliğini betimlerken, yaptığı işi Euclid'in yaptığına benzettim. Euclid çevremizdeki uzayı birkaç basit kurala uyduğu varsayılan birtakım hipotetik nesnelerden kurmuştu. Newton'un başarısının bundan farklı yanı ise şu: Kurulan dünyanın gözlenen olgulara çok daha yakından ve daha değişik biçimlerde uyması gereği aranıyordu.

Hatta diyebilirim ki, fizik olguları geometrik olgulardan daha doğrudur ve daha önemlidir. Ama bunun hepimizin paylaştığı bir yanılgı olmadığına emin değilim: Çünkü, Euclid'in geometrisi iki bin yılı aşan bir süreden beri uygar düşüncenin bir parçası olmuş; oysa, Newton'dan günümüze kadar geçen süre 300 yıldan ibaret olup çağdaşlarında yarattığı hayret ve hayranlık bizde etkisini sürdürmektedir. Aslında Euclid'in geometrik yapısının uzayımızla uyumu Newton teorisinin fizik dünyayla uyumunun temelinde yatar. Ancak ikisi arasında bir fark vardır. Newton fiziği gerçek dünyaya pek çok noktada uygun düşmekte, kurulduğu günden günümüze değin geçen üç yüz yıl boyunca deneysel yoldan doğrulanarak gelişmesini sürdürmektedir. bu teorinin sürekli değişim içinde bulunan bir dünyaya her an uygun düştüğünü gösterme zorunluğu giderek daha ayrıntılı ve güçlü deneysel testlerden geçmesini gerektirmiştir. Onu, Euclid'in esintisiz ve değişmez uzay dünyasından daha güç ve daha derin yapan da işte bu özelliği.

İşte bu nedenledir ki, Newton yöntemini, akıl ile olgunun bir örgüsü diye niteliyorum. Bu örgüde Descartes'in mantıksal görüşü Bacon'un deney tutkusuyla birleşmiştir. Newton'un eşsiz matematik yeteneği ile birleşen üstün deneyciliği bu birleşimi simgeler. Ünlü yapıtı *Principia'da entelektüel gücün yüce bir örneğini bulmaktayız.* Opticks adlı yapıtında ise okuyucu bir sergisi ile karşılaşır. Her şey öylesine tam ve yetkin biçimdedir ki, küçük bir ayrıntının eksikliği duygusu bile uyanmaz okuyucuda. Newton hiç sapmayan bir sezgi gücüyle, mantıksal her seçeneği yoklayan üstün yeteneği ile, en üst düzeyde deneyci ve kuramcı bilim adamının eşsiz örneğidir.

Opticks'in genç yazarını Principia'nm ölçülü sayfalarında bulamayız. Oysa hazırlığı uzun yıllar alan *Principia* basıldığında Newton henüz 45 yaşındaydı. Ama iki yapıtta da sergilenen aynı güçtür: Her aşamada deneysel teste vurulup gerçek dünyaya uygunluğu yoklanan parça parça teorileri bir bütünde toplamak. Bilimde düşünce ile olgunun birleşimini, mantık ile deneyin iç-içe akışını vurgulamamın nedeni bu işte. Bilimsel devrim bu birleşimin başlangıcını belirlemekte, bilimsel yöntemin gücü de aynı birleşimden kaynaklanmaktadır.

Ek 8:
BULUŞ MANTIĞI[95]
N.R. Hanson

Giriş

F.C.S. Schiller ispat Mantığı ile Buluş Mantığını birbirinden ayırıyordu. Bu ayırımın ne demek olduğu Schiller de dahil hiç kimse için açık değildi. O belki de mantıkçıların bilimsel düşünmeyi bir yana itip sadece tasımsal çıkarımlar üzerindeki kılı kırk yaran çabalarından şikâyetçiydi. Yaşasaydı, uğraşlarını indüktif çıkarımla “hipotetik-dedüktif metot” üzerinde toplayan günümüz felsefecilerinden yakınmayacaktı, herhalde. Onun “Buluş Mantığı” dediği şey bu hipotetik-dedüktif metot (kısaca “H-D metodu)'tan pek farklı değildi. Oysa, ben H-D metodunun doğa bilimlerindeki gerçek buluşla bir ilişkisi olduğunu sanmıyorum.

Tarih boyunca felsefeciler çabalarını Buluş Mantığından çok ispat Mantığı (yani dedüktif mantık) üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Buluş Mantığı diye yaptıkları da aslında bir tür ispatlama ya da doğrulama olmaktan pek ileri geçmiyordu. Örnek olarak, indüktif düşünme, olasılık ve teori kurma ilkelerine ilişkin çözümlemelerini gösterebiliriz. Bilim mantıkçıları, ileri sürülmüş bir hipotezin nasıl doğrulanabileceğini gösterme çabasındaydılar. Bir hipoteze ulaşmada ne gibi zihinsel işlemlerden geçildiği konusunda ise dişe gelir bir şey söylemiyorlardı. Sadece iki istisnası var bunun: Aristoteles ve Peirce. Bu ikisi için, hipotez kurmanın da kendine özgü, Peirce'nin “retrodüksiyon” dediği, bir mantığı olabilirdi. Bir kimsenin hipotezini ileri sürerken iyi ya da kötü. birtakım nedenleri vardır herhalde. Bu nedenler. o hipotezi benimsemeye bizi götüren nedenlerle bazı hallerde aynı olmayabilir. Bu demek değildir ki, kişinin hipoteze ulaşma nedenleriyle o hipotezi doğru sayma nedenleri hiçbir zaman özdeş olmaz.

Ne Aristoteles ne de Peirce, Buluş Mantığından söz ederken, bilim adamlarına buluşlarını nasıl yapacaklarını gösteren bir rehber hazırladıkları

iddiasında değillerdi. Öyle bir rehber söz konusu olamaz. Öte yandan onların sözünü ettiği şey buluşun psikolojisi veya sosyolojisi ile de ilgili değildir. Bu tür tartışmalara da rastlamaktayız, ancak bunlar mantık dışında tartışmalardır. Aristoteles ile Peirce'in tartışma alanı mantıktı. Onlar bir hipotezin ortaya çıktığında iş gören düşünce türünün nitelikleri üzerinde duruyorlardı. Ben de bunu yapmak istiyorum.

I

A. işe iki tür nedeni,

(1) H gibi bir hipotezin oluşumuna yol açan nedenlerle

(2) H'yi doğru kabul etmemize bizi götüren nedenleri ayırt etmekle başlıyorum.

Bazı felsefeciler için bu ikisi arasında, *mantıksal* bir fark yoktur. Bunu tartışmadan önce, ayrımını en keskin çizgileriyle göstermeye çalışalım.

H'yi kabule götüren nedenler nedir? Bunlar H'yi doğru saymamıza gerekçe sağlayan nedenlerdir. Oysa H'nin doğuşuna, hatta formüle edilmesine yol açan nedenler, H'yi doğru saymamız için gerekli nedenlerle bir olmayabilir. Bizi bir hipoteze ulaştıran nedenler onu *akla yakın bir tahmin* yapan nedenlerdir. Hiç kimse herhalde H'yi doğru kabul etme kararını verdiren nedenlerle, H'yi akla yakın bir tahmin saydıran nedenler arasında *bazı* ayrılıkların olduğunu inkâr etmez. Ancak sorun, bu ayrılıkların gerçekten mantıksal mı yoksa sadece psikolojik veya sosyolojik mi olduğudur.

Şimdi, yinelenen gözlemlerimiz H'yi destekliyor, H’den çıkan sonuçlar öndeyi olarak doğrulanıyor ve H üzerindeki işlemler yeni birtakım olgular ortaya çıkarıyorsa H'yi doğru kabul ederiz. Hipotezimiz eğer yerleşmiş bir teoriye uygun düşüyor veya ondan mantıksal olarak çıkarılabiliyorsa gene onu doğru kabul edebiliriz.

Oysa; H'yi akla yakın bir tahmin olarak görmek için bu koşullardan hiçbirine gerek yoktur. Gerçi, bazen tüm A'ların B olduğunu öne sürme nedenlerimiz, tüm A'ların B olduğunu doğru kabul etmemiz gibi gözlenen A'ların hep B olduğuna dayanabilir. Ne var ki, her zaman böyle değildir. Örneğin Kepler, Mars'ın yörüngesini eliptik biçimde olduğu düşüncesi kafasında doğmadan önce, eliptik yörünge hipotezini sonunda doğru

saydıran tüm nedenlerini ortaya koyamazdı.

Kepler'e hipotezinin akla yakınlığını gösteren düşünceler ise şunlar olabilirdi:

(1) H, bildiğimiz p_1 p_2 … vb olguları içerir nitelikte görünüyor mu?

(2) H, p_1, p_2 … vb olguları açıklayıcı nitelikte görünüyor mu?

Bu tür soruların hiç şüphesiz Kepler'in eliptik yörünge düşüncesinin ilk ifadesinde yeri olmuştur. Kaldı ki, bunların akla yakınlığı olumsuz bir yönden, H'ye başka değerler (örneğin. Mars'ın yüksek hızının renginden ileri geldiği veya Jüpiter'in uydularının eğilimi buna nedendir... gibi) vererek de gösterilebilir. Kepler'e bu tür olasılıklar ne bilinen olguları içerici ne de açıklayıcı görünecekti. Bunları akla yakın bulmak şöyle dursun, tam tersine reddetmek için nedenler bulacaktı Kepler.

B. Görüşümü herkesin paylaşacağını sanmıyorum. H'yi ileri sürme ile H'yi doğru kabul etme nedenlerini ayırt etmemi yüzeysel ya da yapma bulacaklardır bazı felsefeciler. Onlara göre, bir hipotezi olguları sanki içeriyor ve açıklıyormuş gibi *gösteren* psikolojik etkenler olabilir. Örneğin, Ptolemy de, kendisinden önce gelen Aristarchus, sonra gelen Copernicus (Kopernik) kadar güneş merkezli sistemin yer merkezli sistemden teorik yönden daha basit, teknik yönden daha kullanışlı olduğunu biliyordu. Ama, diyor eleştiricilerim, psikolojik, sosyolojik ve tarihsel nedenlerle güneş merkezli sistem Pto-lemy'ye, sanki stellar paralax'ın yokluğunu açıklama şöyle dursun içeremez gibi görünüyordu. Oysa, bu sistem Copernicus'a sözü geçen olayı açıklayabilirmiş gibi görünüyordu. Demek ki sorun mantıksal değildir. Bilim adamları bir hipotezi ileri sürerken (tahmin, sezgi, içe doğuşun ötesinde ifade edip ileri sürerken) birtakım nedenlere dayanıyorlarsa, bu nedenler hipotezi doğru saymaya götüren nedenlerin ta kendisidir. Öyle ki, Ptolemy'nin güneş merkezli sistemi reddetmesinde stellar parallax'ın yokluğunu psikolojik bir etkenden fazla bir şey sayarsak, bu şey, onun bu sistemi *yanlış* saymaya götüren nedenle aynıdır. Tersine, onu yer merkezli sistemi oluşturmaya iten neden (yani stellar parallax'ın yokluğu)[96], o sistemi doğru kabul etmesinin nedeniydi. Bunun gibi, Kepler'in Mars'ın rengini ya da Jüpiter'in uydularını bu gezegenin ivmeli hareketinden sorumlu saymama nedenleri ile, eliptik yörünge hipotezine

indüktif destek sağlayan ve sonunda bu hipotezi doğru kabul etmesine yol açan nedenleri farksızdır.

Benim hipotez oluşturma ile hipotez doğrulamada dayanılan nedenlerin bir olmadığı görüşüme karşı yapılacak itirazı şöyle özetleyebiliriz: *bir hipotezi ileri* sürmenin *tek nedeni, o hipotezi doğru kabul etmeye bizi yönelten nedendir.* Temelde ikisi de, hipotezin doğrulanmasında kullanılan kanıtlardır. Hanson'ın yaptığı ayırım aslında psikolojik, sosyolojik veya tarihsel nitelikte olup mantıksal bir değer taşımamaktadır.

Ayırımıma karşı çıkanlar gene Kepler'den örnek getirebilirler. Hiçbir bilim tarihçisi, gezegenlerin düzgün çembersel hareket teorisini l600'den önce astronomi düşüncesi üzerindeki büyük etkisini yadsıyamaz. 1591'de genç Kepler bile, çembersel hareket teorisine uymuyor diye bir hipotezini terk etmekten geri kalmaz. Psikolojik yönden başka bir teoriye olanak yok gibiydi. Ancak Kepler'i sonunda Mars'ın eliptik yörünge çizdiği düşüncesine götüren nedenler, onun bu düşünceyi astronomik bir gerçek kabul etmesinin nedenleriyle aynıdır. Ona bu düşünceyi ilk veren şey, Mars'ın gözlenen uzaklıkları, hızları, güneşe göre en yakın ve en uzak konumları ile eski teoriyi bağdaştırma olanaksızlığı olmuştur. Gezegenin düzgün çembersel hareket etmediği düşüncesine onu götüren nedenler bunlardı; bu düşüncenin doğruluğunu kanıtlayan daha sonraki yüzlerce gözleme karşın bu ilk nedenlerin doğrulayıcı kanıtlar arasında yer aldığını görmekteyiz. Öyle ise, bu nedenleri sadece hipoteze götürücü nitelikte saymak yanlıştır.

İtirazı en güçlü biçimiyle ortaya koymaya çalıştım. Şimdi önünüze sereceğim düşünce bu itirazı çürütmezse, kendimi girişimimde başarısız sayacağım.

C. Ben hiç değilse bazı durumlarda bizi bu hipoteze götüren nedenlerle, o hipotezi doğru kabul etme nedenlerinin mantıksal olarak farklı olabileceğine inanıyorum. Kepler *De Motibus Stellae Martis* adlı yapıtını yayımladığında, Mars'ın yörüngesinin elips olduğunu kesinlikle saptamıştı. l619'da çıkan *Harmonices Mundi* yapıtında ise bu hipotezini tüm gezegenler için genelleştirir. Bu genellemeye H' diyelim.

Kepler'i bu genellemeyi (yani H'yi) oluşturup ileri sürmeye götüren

nedenler pek çoktu; ancak bir tanesi şu olmalıydı herhalde: Mars'ın yörüngesinin elips olduğu hipotezi (yani H) ni doğru sayması. Eudoxus'tan beri Mars'a hareketleri yönünden tipik bir gezegen gözüyle bakılmıştır. Bir bakıma bu doğrudur; Mars’ın dinamik özelliklerini diğer gezegenlerde de bulmaktayız. Mars eliptik bir yörünge çiziyorsa, Merkür, Venüs. Jüpiter ve Satürn'ün de onun gibi eliptik yörünge çizdiklerini düşünmek yerinde idi; başka bir deyişle, H'yi oluşturma, geliştirme ve ileri sürme akla yakındı.

Ne var ki, bu nedenler H'nin doğruluğunu kanıtlayıcı değildi. H'yi oluşturup ileri sürmeye yol açan şey bir analojik akıl yürütmeye dayanıyordu: (Mars'da x gibi bir özellik var; Mars tipik bir gezegendir; öyle ise diğer gezegenlerde de x'i bulabiliriz.) Bir hipotezi analojiler değil, ancak gözlemler doğrulayabilir. Bunda H-D görüşü haklıdır. H'yi temellendirmek için diğer gezegenlerin konumlarını gözlemeye, bu konumların her birinin, denklemleri bir elipsin denklemine uyan bir eğri ile gösterilmesine ihtiyaç vardır. Bu yapıldığında H'yi doğru sayabiliriz. Fakat H'ye ulaşılmadan bu yapılamazdı, yapılması da beklenemezdi. Üstelik bu farkı (Reichenbach ve Braithwaite gibi filozofların göstermeye çalıştıkları gibi) psikolojik olarak nitelemek de doğru değildir. *Mantık* yönünden, Kepler'in H'yi öne sürmesinde kullandığı analojik nedenlere diyecek yok. Ancak, gene mantık yönünden, H'nin doğruluğunu temellendirmede bunlar yeterli değildi. Nitekim, temellendirme ancak yıllarca sonra yapılabilmiştir. Unutmamalı ki, “A, H için iyi bir nedendir,” önermesi doğruysa, bu doğruluk. nedenler indüktif yoldan doğru olsa bile, mantıksaldır. öysa, “H için Jones'ın iyi nedenleri var,” der ve dediğin doğru ise, bu doğruluk olgusaldır. Çünkü Jones'ın H için başka nedenleri de olabilirdi. İki önerme farklıdır. Bir nedenin iyi olması, ya da iyi olmaması mantıksal bir sorundur; çözümü için gözleme başvurmaya gerek yoktur. H'yi ileri sürmek için A'nın iyi bir neden olup olmadığını saptamak salt mantıksal bir araştırma işidir.

Görünen o ki bir hipotezi akla yakın bulup ortaya atmaya bizi götüren nedenlerle, o hipotezi doğrulayan nedenler arasındaki fark, “psikoloji” olmaktan daha fazla bir şeydir. Analojiye dayanan akıl yürütme ile gözleme dayanan akıl yürütmeyi düşünelim. Kepler başlangıçta analojiden yola çıkmıştı. Akla yakın bir hipotezin oluşumuna başka nedenler de yol açabilir. Örneğin, denklem veya argümanlarda bir tek formel yapı veya simetri sezinlemek; Clerk Maxwell ile Einstein'ın buluşlarında bu özelliği

bulmaktayız. Kişi, otoriteye bile başvurarak akla yakın düşünebilir. Kepler'in asistanı, Bertsch'ın H'yi ileri sürmek için iyi bir nedeni vardı. Bu da Kepler'in de H'yi ileri sürmüş olmasıydı. Kişinin öznel özelliklerinden kaynaklansa bile bir hipotez akla yakın olabilir. Matematikçiler arasında en titizleri bile çoğu kez kendi logaritma tablolarını düzenlemez. Ancak bütün bunlar, H'yi doğrulayıcı nitelikte nedenler değildir. Farkın sandığımızdan da ilerde türsel bir fark olduğunu belirtmek için çözümlememizi sürdürelim.

Gözlemlediğimiz A'ların B olması bizi, "Tüm A'ların B olduğu”na götürebilir. Buradaki akıl yürütme ile analojiye (örneğin, x ile y'nin p, q ... gibi ortak özellikleri var, x’in ayrıca r gibi bir özelliği daha varsa, buna bakarak y'de de r'nin olabileceğini düşünmek) dayanan akıl yürütme apayrı düşünme biçimlerini temsil eder. Denklemlerde simetri bulma veya sezinlemedeki akıl yürütme ise bu ikisinden farklı olmalı. Gene bütün bunlar, A'ların B olduğuna yetkililer inanıyor diye, “Tüm A'lar B'dir” genellemesini ileri sürmeden farklıdır. Örneğin, mikrobiyologların atom hipotezini yetkili fizikçilere dayanarak kabul etmeleri bu türdendir. Şüphesiz onlar aynı hipotezi kabul etmede, Brown hareketi veya yan geçirimli dokuların özellikleri gibi olgulara da dayanabilirlerdi.

Sonuç

Hipotez oluşturmaya bizi götüren nedenleri, hipotezi doğru kabul etme nedenlerinden ayırdım. Bazı hallerde ikisi özdeştir; bazı hallerde de ikisi tür olarak ayrıdır. Aslında hipotez oluşturmada

(1) analojik düşünme,

(2) simetri arama, ve

(3) yetkiliye başvurma

gibi yollara değişik tür gözüyle bakabiliriz. Ama bunlar, hipotez doğrulamada izlenen indüktif düşünme biçiminden tümüyle ayrıdır.

Şöyle bir itirazla karşılaşabiliriz: “Analojiye, simetriye ve yetkiliye başvurma yollarına gidiyorsak, bu, bazı hallerde bu tür düşünme biçimlerine olan indüktif güven duygumuzdan ileri gelir.”

Buna diyeceğim yok. Ne var ki, ben burada bu tür düşünme biçimlerine olan inancımızın kaynağını tartışmıyorum. Beni sadece onların mantığı ilgilendirmektedir. Analojiye, simetriye, ya da yetkiliye başvurmaya dayalı bir öncülden sonuca giderken mantık yönünden değişik çıkarımlar kullanırız. Birtakım tikel gözlemlerden bir genellemeye gitme demek olan indüksiyon ise bunlardan büsbütün ayrı bir mantık içerir. Ayrılığın sözde kalmadığını göstermek için, değişik çıkarımlarla ulaşılan sonuçların nasıl doğrulanabileceklerine bakmamız yeter. Örneğin, tikel gözlemlerden indüksiyonla ulaşılan “Tüm A'lar B'dir" sonucunu kuşkuyla karşılayan biri ya indüksiyonun geçerliliğine, ya da öncüldeki tikel gözlemlerin doğruluğuna inanmıyor demektir. Oysa, çıkarımın analojiye ya da biçimsel simetri sezinlemesine dayandığı hallerde kuşku daha başka noktalara yönelik olur.

Bir başka itiraz da şu olabilir: “Bir hipoteze bizi götüren neden ister analojik olsun, ister simetri arayışından kaynaklansın, isterse yetkiliye başvurma olsun, sonunda bir nedendir, hipotez indüktif yoldan doğrulanmış olsa bile bu niteliğini yitirmez. Başka bir deyişle, bu neden hipotezin ortaya çıkmasına yaradığı kadar, doğrulanmasında da geçerlidir."

Buna da bir diyeceğim yok. Ne var ki, bir hipotezin oluşumunda yer alan düşünme biçimleri kendi başlarına o hipotezin doğrulanmasını sağlayıcı olmaktan uzaktırlar. Oysa, indüktif çıkarım türü bunu sağlamaya yeterlidir. Öyle ise iki türü bir tutamayız. Diğer çıkarım biçimleri bize bir hipotezi akla yakın gösterebilir; hipotezi doğrulamamız ise ancak indüktif çıkarımla olanak kazanır.

Ek 9:
BİLİMSEL DÜŞÜNMEDE İLK ADIM[97]
F. S. C. Northrop

Bir araştırmanın en çetin bölümünü ilk aşaması oluşturur. Sonraki aşamalarda ne denli etkin yöntemler kullanılırsa kullanılsın, eğer ilk adım yanlış ya da yüzeysel nitelikte ise, durumu düzeltmenin olanağı yoktur asla...

Bizi bilim adamının gerçek dehasının her şeyden çok attığı ilk adımda kendini gösterdiğine inandıran pek çok nedenler vardır. Galileo, Lavoisier veya Einstein gibi üstün bir yeteneği niteleyen özellik, sonuca ulaşmadaki düşünce ve çabada gösterdiği yalınlık değilse, nedir? Bunlardan her birinin karşılaştıkları durumda temel noktayı yakalayıp, kendisinden önce gelenlerin başa çıkamadığı problemin ruhuna kestirmeden indiklerini görüyoruz...

Tüm önemine ve güçlüğüne karşın, araştırmada başlangıç aşaması yeterince üzerinde durulan bir konu olmamıştır. Bilim adamları deney yapmanın tekniklerini bilirler, yeter ki, neyi deneyeceklerini bilsinler. Aynı şekilde, teorik fizikçiler ile salt matematikçiler de mantıksal çıkarımların ve ince hesaplamaların yollarını bilirler, yeter ki hangi öncüllerden ya da temel varsayımlardan kalkacaklarını belirlemiş olsunlar. Her araştırmada ilk aşamayı izleyen bölümlerde hangi yöntemlerin kullanılacağı bellidir. Bunlara ilişkin sayısız kitap yazılmıştır. Fakat tüm bu yöntemler arasında araştırmamız açısından en etkin olanlarını seçmek ve bu yöntemlerle işleyebileceğimiz olguları belirlemek için ilk adımımızı nasıl atacağımız konusunda metodoloji ile ilgili ders kitapları ya tam bir sessizlik içindedir, ya da bir yazarın söylediği bir başkasının söylediğini tutmamaktadır.

Yöntem üzerinde klasik sayılan otoritelere başvurduğumuzda aldığımız birbirini tutmayan yanıtlar da göstermektedir ki araştırmada ilk adım aydınlatılmaya muhtaç bir sorundur. Ele alacağımız dört örnek bunu göstermeye yeter. Bunlar sırası ile Francis Bacon, Rene Descartes, Morris

Cohen ve John Dewey'dir.

(a) Francis Bacon

Ünlü Özdeyiş'lerinde Bacon görüşünü şöyle açıklıyor:

Özdeyiş

I

Doğanın hem kulu hem yorumlayıcısı olan insanoğlu, doğanın işleyişini gerçekte ve düşüncede gözlemlediğince ve yalnız o kadar anlayabilir. Bunun ötesinde ne bir şey bilebilir, ne de bir şey yapabilir.

IX

Bilimde nerdeyse tüm kötülüklerin nedeni ve kökeni şudur: İnsan aklının gücünü yanlış yere yüceltip göklere çıkardığımız halde, ondan gerçek anlamda yararlanma yollarını aramayı savsaklarız.

XII

Yürürlükte olan mantık, gerçeği bulmamıza yardım edeceğine, kökleri yaygın kavramlarda yatan birtakım hatalar pekiştirmeye ve onlara süreklilik kazandırmaya yaramaktadır. Bu yüzden yarardan çok zarar vermektedir.

XIV

Tasım önermelerden, önermeler sözcüklerden oluşur, sözcükler ise kavramların simgeleridir. O halde, eğer kavramların kendisi karışık ve olgulardan aceleye gelmiş soyutlamalarsa, bunlara dayanan mantık yapısı sağlam olmaz. Bu nedenle gerçek indüksiyon tek umudumuzu oluşturmaktadır.

XIX

Doğruyu aramanın ve bulmanın iki ve ancak iki yolu vardır. Biri, duyu verilerinden, tek tek olgulardan en genel aksiyomlara sıçramakta, sonra da kesin doğru saydığı bu ilkelerden birtakım yargılara ve orta-düzeyde aksiyomlara inmektedir. Şimdi moda olan yol budur. Öteki yol yargılan duyu verilerinden ve tek tek olgulardan çıkararak, sağlam ve kesintisiz

adımlarla sonunda en genel aksiyomlara erişmek biçimini almaktadır. Doğru olan, ama henüz denenmemiş yol işte budur.

XX

Kendi başına kalan akıl, mantıksal düzene uygun giden yolu, yani birinci yolu tutar. Çünkü akıl en yüksek genellemelere sıçramaya ve orada kalmaya can atar; çok geçmeden de deneyi can sıkıcı bulmaya başlar. Üstelik, mantık da düzenli ve ağırbaşlı görünümlü tartışmalarıyla bu yanlış gidişi destekler.

XXII

Sözünü ettiğimiz iki yol da duyu verilerinden ve tek tek olgulardan yola çıkarak genellemelere ulaşır: ne var ki, aralarındaki fark çok büyüktür. Şöyle ki, biri olgusal verilere ayaküstü bir göz atmakla yetinir; diğeri onlara gereğince ve düzenli bir biçimde yerleşir. Gene biri hemen bir takım soyut ve yararsız genellemelere bağlanır; diğeri yavaş adımlarla doğa düzeninde varlığı bilinen sonuçlara ulaşır.

XXIV

Zihinsel tartışmalarla kurulan aksiyomlardan yeni olgular bulmamız olanaksızdır. Doğanın inceliği. aklın inceliğini kat kat aşar. Ama, olgulara dayanılarak oluşturulan aksiyomlar bizi kolayca yeni olgulara götürür, böylece de bilim eylem gücü kazanır.

XXVI

Düpedüz doğaya uygulanan salt akıl yargılarına *hipotez* diyorum. (Bunlar ihtiyatsızca oluşturulan ham düşüncelerdir.) Öte yandan, doğru ve yöntemsel biçimde olgulardan çıkanları yargılara, ayırımı kolaylaştırmak için, *doğa-yı yorumlama* diyorum.

XXX

Geçmiş çağların tüm akıl ürünleri bir araya gelip birleşse de bunlara dayalı hipotezlerle bilimde hiçbir ilerleme sağlanamaz. Çünkü aklın başlangıçtaki aşırı yanlışlıklarını, daha sonraki yetkin ve düzenli işlemlerle giderme olanağı yoktur.

Zihnimize yerleşmiş yanlış fikirlerden kurtulmanın en iyi yolu kavram ve aksiyomlarımızı gerçek indüksiyonla oluşturmaktır, kuşkusuz. Ayrıca, bunları ortaya çıkarmak da son derece yararlı olur.

Sorumuz şudur: Bir araştırmaya girişirken ilk yapmamız gereken şey nedir? Bu soruya Bacon'un verdiği yanıt açıktır: Kişi tüm peşin yargıları ya da yanlış fikirleri bir yana bırakarak indüktif yoldan gitmelidir. ^XXVI Özde-yiş'de her türlü ön-yargı ya da hipotezlerle “doğaya yaklaşımdan kaçınılması" öğütleniyor. Ayrıca, yerleşmiş “hataları pekiştirmeye ve onlara süreklilik kazandırmaya” yaradığı için biçimsel mantık da bir yana atılmalıdır, ona göre.

(b) Rene Descartes

Metot Üzerine Konuşma adlı kitabında Descartes, “Avrupa'da en seçkin okullardan birinde" eğitilmiş olmasına karşın, çağının geleneksel bilgilerinin kendisini nasıl hayal kırıklığına uğrattığından söz eder. Aristoteles'in duyu verilerini aşırı vurgulamasına, gözlemleme, betimleme ve sınıflama yöntemleriyle doğa bilimlerini kurmasına karşın ona dayanan geleneksel bilimler ı 7’nci yüzyılda işlerliklerini yitirmişlerdi. Daha çok hayale hitap eden insan bilimleri de birbirine ters düşen ve de geçerliği kuşkulu birtakım değerleri dile getirdikleri için aynı şekilde doyurucu olmaktan uzaktılar. Felsefede ise, “tartışılmayan, dolayısı ile kuşku konusu olmayan tek bir doğru yoktur"...

Descartes tüm kuramsal ve pratik bilgiler içinde yalnız bir tanesini sarsılmaz görüyordu. “Kesinliği ve akıl yürütmesinde dayandığı sağlam kanıtları nedeniyle matematiği son derece zevkli buluyordum; ancak henüz gerçek yararını anlayamamıştım. Öylesine sağlan temellere dayanmasına karşın, üstüne daha yüce bir yapıtın kurulmamış olması beni şaşırtıyordu. Matematiği sadece mekanik sanatlar için işe yarar sanıyordum."

Descartes’e ipucu veren bu gözlemi onun daha sonra dedüktif akıl yürütmeyi vurgulamasını da belirleyen başlangıç olmuştur. Matematikçilerin dedüktif yöntemini, Bacon'un empirik veya indüktif

yöntemine yeğlemesi buradan gelir.

Ne var ki, Bacon gibi o da geleneksel mantığın tasımsal akıl yürütmesini yetersiz bulur. ... Hatta tek güvenilir saydığı matematiğin bile pekiştirilmeye muhtaç olduğunu belirtir... Yetersiz bulduğu geleneksel geometrinin ve modern cebirin yöntemleri yerine, bunların iyi yanlarından da yararlanan yeni bir yöntem oluşturmak çabasındadır. Yeni yöntemin dayandığı dört kuralı şöyle dile getirmiştir:

Birincisi, doğruluğunu açıkça görmediğim hiçbir şeyi doğru saymamak. Başka bir deyişle, ön yargılardan titizlikle sakınmak, aklıma, hiçbir kuşkuya yer vermeyecek kadar, açık ve seçik gelenler dışında hiçbir şeyi kabul etmemek;

İkincisi, incelediğim her problemi elden geldiğince ve çözümüne elverecek biçimde bölümlere ayırmak;

Üçüncüsü, düşünmemi, en basit ve bilinmesi en kolay nesnelerden başlayarak en karmaşık bilgi katına adım adım çıkarırcasına düzenlemek, hatta birbirini izlemeyen şeyler arasında bile bir düzeni varsaymak;

Dördüncüsü, hiçbir şeyi gözden kaçırmadığıma emin olmak için incelememi elden geldiğince tam ve geniş tutmak.

İlk bakışta Descartes’in yaklaşımı Bacon'unkinden farksız görünmektedir. Ancak, Descartes’in andığımız bu dört kuralının daha sonraki uygulamalarını göz önüne aldığımızda, Bacon'ın yaklaşımına olumsuz yanı dışında, tümüyle ters düştüğü açıkça ortaya çıkar.

Olumsuz yanı ile Descartes de Bacon gibi geleneksel düşüncelerden kafamızın temizlenmesini ısrarla ister. ... Bacon peşin yargılar yerine duyu verilerini koyma yolundan, oysa Descartes entelektüel kuşku yönetimini kullanarak amaca varılacağını önerir. Descartes'e göre, hiçbir kuşkuya yer vermeyecek kadar açık ve seçik olan inançlarımızı ancak bilgi sayabiliriz. Descartes’in yaklaşımının olumlu yanına gelince, bu açık ve seçik bilgilerden yola çıkarak adım adım tüm güvenilir bilgilerimizi kurma girişimini öngörmektedir. Bu, Bacon'da olduğu gibi indüktif yöntemle olgusal verileri toplama işlemi değil. matematikçilerin dedüktif yöntemine dayanan formel bir çıkarım işlemidir. “Yalnız matematikçiler doğrulara

ispat yoluyla giderler... Onların yolundan gitmem gerektiği konusunda hiçbir kuşkum yok...” diyen Descartes, dört kuralını şu açıklaması ile tamamlar:

> *Geometricilerin en çetin ispatlarına ulaşmak için izlemeye alışık oldukları uzun ama aynı zamanda basit ve kolay olan çıkarım zincirlerine baktığımda, başka alanlarda da bilgilerimizin böyle çıkarım zincirlerine dayanması gerektiği bana kaçınılmaz bir zorunluk olarak gelmektedir. Gerçekten, bu yoldan ulaşamayacağımız kadar uzak ya da bulamayacağımız kadar saklı bir doğru yoktur, yeter ki, yanlış fikirleri doğru sanıp yola çıkmayalım ve de bir adımdan diğerine geçerken çıkarımın gerekli düzenini korumuş olalım.*

Böylece, Descartes’in sorumuza verdiği yanıt açıktır. İşlemimiz salt akılcı bir çizgi izler. İşe entelektüel bir kuşku ile başlarız. Bilgimizi, hiçbir kuşkuya yer bırakmayan, doğruluğu açık ve seçik düşüncelerden mantıksal çıkarımla elde ederiz...

(c) Morris Cohen

Morris Cohen, bilim için hem Bacon'ın empirik yöntemini hem de matematikçilerin dedüktif yöntemini gerekli görmektedir... Onun (ve öğrencisi Nagel'in) yaklaşımında da bir olumsuz bir de olumlu yan vardır. Olumsuz yan, alışılana sımsıkı bağlanma, otoriteye yaslanma ve sezgiye güvenme gibi yollardan kaçınmayı, olumlu yan ise. kendi kendini düzeltici, ve yeterince kanıt arayıcı bir tutumu içermektedir. Cohen ile Nagel'in öngördükleri yöntemin niteliği nedir?

Bu sorunun yanıtını, kitaplarında bilimsel yöntemle ilgili bölümün başında yer alan şu alıntıda bulmaktayız[98]: “Olguların ötesine geçmekten kaçınanlar olguların yakınına bile yaklaşamazlar. ... Bilimde hemen her büyük adım doğanın işleyişine ilişkin bir tahmine, yani başlangıçta pek dayanaklı görünmeyen fakat sınama olanağı veren bir hipoteze dayanmıştır." Görüldüğü gibi T. H. Huxley'in bu düşüncesi, Bacon'un hipotezi âdeta yasaklayan katı olgusalcılığı ile bağdaşır nitelikte değildir.

Cohen ile Nagel, Huxley gibi, Bacon'a karşı çıkmaktadırlar. ‘Olguları inceleyerek' gerçeğe varılabileceğini sanmak, onlara göre, son derece yüzeysel bir görüşe dayanır. Bu görüş yüzeyseldir çünkü, pratik ya da teorik bir problemin gözleminden yola çıkmayan hiçbir incelemenin başlamasına bile olanak yoktur.

“Karşılaşılan güçlük ya da probleme çözüm vadeden bir açıklama olmadıkça, inceleme sürecinde tek bir adım bile akmayız. Böyle bir açıklamanın kafamızda oluşmasına, ilişkin olduğu problemin niteliğini kavramamız ve bu konudaki bilgilerimiz yardımcı olur. Açıklamamızı bir örnek ile dile getirdiğimizde *hipotez* adını alır.

“Bir hipotezin işlevi, olgular arasındaki bağıntıları aramada bize yön vermesidir. Hipotez olarak biçimlenen açıklama probleme çözüm olabilir. İncelemenin görevi hipotezin gerçekten çözüm olup olmadığını ortaya çıkarmaktır.”

Cohen ile Nagel'in sorumuza verdikleri yanıt şimdi belli olmuştur: Araştırmaya bizi götüren problemden başlayarak hipotezler oluşturur, sonra da bu hipotezleri olgulara vurarak denetleriz. Araştırmanın başlangıç aşamasında Bacon olgu toplamaya, Descartes doğruluğu apaçık bilgilerden mantıksal çıkarıma ağırlık verirken, Cohen ile Nagel *hemen* bir hipotez oluşturup bunu olgulara giderek irdelemeyi vurgulamaktadırlar.

(d) John Dewey

Dewey, Logic: *The Theory oj Inquiry* adlı yapıtında bilimsel araştırmayı şöyle tanımlar: “Araştırma, belirsiz bir durumu, yapısal ayrıntıları ve ilişkileri belirli bir duruma denetime bağlı dönüştürmedir, öyle ki, ilk durumun öğeleri bileşik bir bütün oluşturmuş olsun" Bu “belirsiz durum”un hem doğada hem de kültürde yer alan bir konumu vardır. ... Dewey'e göre, araştırmaya yol açan şey “belirsiz durumdur". Özelliği belirsizlik, sorunsal, açıklanmaya muhtaç olmasıdır. Üstelik bu özellikler öznel değil, nesnel niteliktedir. “Bu özellikler duruma ait özelliklerdir. Durumun belirsiz olması kuşkumuzun kaynağıdır. ”

Gerçi durumun belirsizliği araştırmaya yol açan ön koşuldur; ancak

araştırmanın başlaması için yeter değildir. Durumun "sorunsal” olmasına da ihtiyaç vardır. “Belirsiz durum araştırmaya konu edilme sürecinde sorunsal nitelik kazanır."

Bu çok önemli bir noktadır. Demek oluyor ki, Dewey için araştırma ne olgu toplama ile ne de hemen bir hipotez ortaya atma ya da yöntemli kuşku yolundan eriştiğimiz kesin birtakım doğrulardan mantıksal çıkarımlar yapma ile başlamaz.

Belirsiz durumu, durumun sorunsallaştırılması onu da sorunun çözümünü belirleme aşaması izler. Sorunun çözümü her şeyden önce sorunun açıkça ortaya konmasını gerektirir. Bu da hemen olacak bir iş değil. “Sorunu iyice irdelemeden kesin ve açık sayma yoluna gidersek, daha baştan yanlış bir yol tutmuş oluruz. Sorunu nasıl tanımlamalıyız ki, çözüme giden yol kendiliğinden belirmiş olsun?

Gözden uzak tutulması gereken ilk nokta şudur: bir durum tümüyle belirsiz ise bunu yapısal öğeleri kesinlikle belirgin bir soruna dönüştürme olanağı yoktur. İlk adım, belirsiz durumdaki (varsa) belirgin öğeleri arayıp bulmaktır. ... Bunların gözlem olarak saptanmasıyla belirsiz durum sorunsal bir nitelik kazanmaya başlar. ... Gözleme konu bu olgusal koşullardan çözüm bir düşünce olarak doğar, ancak bu henüz bir olasılıktır. ... Sonuca ulaşma iki aşamayı daha (Dewey'nin “Akıl Yürütme” dediği çözüm olarak beliren düşünceden olgusal sonuçlar çıkarma aşamasıyla, “Olgu-anlam Bağlamının işlemsel Niteliği” dediği gözlemle saptanan olgularla, bunlardan doğan çözüm düşüncesi ya da hipotezin soruna çözüm getirmedeki işlemsel görevlerini belirleme aşaması) gerektirmektedir. Ancak bu aşamalar bizi şunda ilgilendirmediğinden, araştırmanın ilk aşamasında izlenecek yöntem ne olmalıdır, sorumuza dönüyoruz. Dewey'nin bu soruya verdiği yanıt da açıklık kazandı: Araştırma sorunsal bir durumla başladığından, önce bu durumu oluşturan belirgin olguların saptanması gerekir. Sonra bu olguların sezinlettiği ve soruna çözüm vadeden hipotezi belirlemeye, ardından hipotezi, olgusal sonuçlan-na giderek işlemsel olarak doğrulamaya sıra gelir.

Görülüyor ki, araştırmayı başlatmada izlenecek yöntem konusunda yetkililer anlaşmazlık içindeler. Gerçi hepsinin paylaştığı bir nokta var, o da, kafamızı daha baştan geleneksel inançlardan temizlememiz gereği.

Bacon'da bu alışılan geleneksel inançları oluşturan saplantıları belirleme, Descartes'te kuşkulanılabilecek her şeyden kuşkulanma biçimi almaktadır. Cohen, Nagel ve Dewey de başlangıçta kuşkulanmayı öğütlemektedirler. ... Ancak kuşkulanmayı bu öğütleyiş, kafamızı geçici bir süre için de olsa, alışılmış inanç ve saplantılardan temizleme isteği olumsuz bir yaklaşımı vurgular. Olumlu yaklaşıma baktığımızda yetkililerin anlaşamadıklarını açıkça görüyoruz.

Bacon kafamızda herhangi bir hipoteze yer vermeksizin olgu toplamamızı bize öğütlüyor. Hatta saplantılardan kurtulmak için de buna ihtiyaç var, diyor. Descartes ise, kuşkuyu son çizgisine götürdükten sonra geriye kalan birkaç açık ve kesin doğrudan mantıksal çıkarımlar yaparak sağlam bilgilere ulaşabileceğimizi salık vermektedir. Cohen ile Nagel daha değişik bir yöntemi, hipotez oluşturarak işe koyulmayı önermektedirler. Onlara göre de mantıksal çıkarım gereklidir; ancak, çıkarım Descartes'in önerdiği gibi birtakım kuşku götürmez doğrulardan teorik sonuçlara ulaşmak yönünde değil, tam tersine teoriden olgulara doğru olmalıdır. Olgudan hipoteze gidiş imgelemin psikolojik bir sıçrayışı olup formel mantıkla belirlenemez. Bu nedenle işe hipotez oluşturmakla başlamak gerekir. Mantıksal çıkarım daha sonra gelir: görevi hipotezi, olgusal sonuçlarına giderek işlemsel yoldan test etmektir. Hipotezin önemini vurgulama bakımından John Dewey, Bacon ile Descartes'e değil. Cohen ile Nagel'e yakındır. Ancak onu hepsinden ayıran başlıca özelliği başlangıçta sorunsal durumu vurgulamasıdır...

Şimdi, bu değişik yaklaşımlar üzerinde ne diyebiliriz? İsteğimize göre birini ya da diğerini seçebilir miyiz? Yoksa içlerinden birini diğerlerinden daha geçerli saymak için bazı nedenler bulunabilir mi?

Bu sorulan yanıtlayabilmek için, niçin hepsinin geleneksel inançları reddetmekte birleştiklerini anlamamıza ihtiyaç vardır. Bu inançlar doğru olamaz mı? Bunları irdelemeksizin *a priori* reddetmek doğru mudur?

Yanıtı açıktır: ortada bir sorun olduğu için bunları reddetmek gerekir. Bu inançlar doğru olsaydı ortada bir sorun da olmayacaktı. Sorun olduğuna göre bu inançları doğru ya da yeterli saymaya olanak yoktur; hiç değilse yeterlikleri kuşku konusu olmak gerekir. Yeterlikleri kuşku konusu inançlardan yola çıkmak ise bilerek aldanmaktır. işte bu nedenle, geleneksel

inançların araştırma sonunda doğru çıksalar bile, başlangıçta reddedilmesi genel bir ilke niteliği kazanmıştır.

Gözden kaçmaması gereken nokta şudur: bir problem olmadıkça araştırmanın başlaması olanak dışıdır. Araştırmanın başlamış olması, geleneksel inançların yetersiz bulunduğu anlamına gelir...

Geleneksel inançların reddinden sonraki olumlu adım, dikkati sorun veya problemin niteliği üzerinde toplamak, Dewey'nin deyimiyle “sorunsal durumu” anlamaya çalışmak olmalıdır. işe ne olgu toplayarak, ne Descartes’in mantıksal çıkarımlarına giderek, ne de hipotez kurarak koyulabiliriz; işe sorunsal durumu algılamakla başlayabiliriz: çünkü başlangıçta önümüzde sadece bir problem vardır.

Araştırma ancak beklentimize ters düşen bir aykırılığın ortaya çıkması halinde, geleneksel inançların yetersiz kaldığı yerde, kuşkumuzu giderecek olguların bilinmediği ya da çözüm getirecek hipotezlerin henüz düşünülemediği durumda başlar. Bu demektir ki, araştırmada kalkış noktası daima bir problemdir.

Bu açıdan sorumuza verilen yanıtlar arasında John Dewey'ninkini en doyurucusu sayabiliriz...

Ek 10:
KLASİK FİZİK'İN EMPİRİK VE RASYONEL YÖNLERİ[99]
H. Reichenbach

Buraya kadar yalnız felsefeden söz ettik. Şimdi, filozofların rasyonalizmin ve empirizmin çeşitli biçimlerini oluşturdukları iki bin beş yüz yıllık dönemde yer alan bilimin evrimini inceleyelim.

Eski Yunanlıların bilime katkıları hemen hemen yalnız matematik alanında olmuştur. Özellikle, geometrideki başarılan göz kamaştırıcıdır. Pisagor (Pythagoras) adını taşıyan teorem Yunanlıların en yetkin geometrik buluşlarından biridir. Buna eş buluşlarından biri de elips, hiperbol ve parabol diye bilinen eğriler (koni kesitleri) üzerindeki incelemelerdir. Aritmetik bilgileri bizim bugün başarıyla uyguladığımız sayısal teknikten yoksundur. Yunanlılar sayılarını onluk sistemde yazmıyorlardı. Bu daha sonraki bir dönemin, Arapların bir katkısıdır. Kuşkusuz 17'nci yüzyılda icat edilen logaritmayı da bilmiyorlardı. Bu teknik eksikliklere karşın, Yunanlılar sayılar teorisinin temelini attılar; asal sayıların önemini kavradılar; “irrasyonel” denilen, iki tam sayının bölümü olarak yazılamayan sayıların varlığını ortaya koydular. Matematiğe yaptıkları en büyük katkı, İ.Ö. 300 sıralarında İskenderiye'yi Yunan uygarlığının merkezi yapan matematikçilerden biri olan Euclid'in geometriye aksiyomatik bir yapı vermiş olmasıdır. Euclid'in kurduğu sistem dedüktif düşünmenin gücünü sergileyen bir örnek olarak daima övgü toplamıştır.

Yunanlıların empirik bilimlerdeki başarıları, matematiksel yöntemlere yer veren alanlarla sınırlıdır. Astronomileri en parlak katına t. S. 2. yüzyılda yaşayan İskenderiyeli Ptolemy’nin (Batlamyus) sisteminde ulaşır. Kendinden önceki dönemlerin astronomideki gözlemlerini ve geometrik ispatlamayı kullanan Ptolemy dünyanın küresel olduğunu kanıtlar. Ancak dünyanın hareket etmediğine, yıldızlar, ayı ve güneşi taşıyan gök kubbenin onun çevresinde döndüğüne kesin gözüyle bakıyordu. Hareket halindeki kubbede başka hareketler de vardı ona göre: güneş ve ay, yıldızlar arasında

değişmez bir konuma bağlı olmayıp, kendilerine özgü çembersel yörüngeler çiziyordu. Gezegenler garip eğriler üzerinde dönüyorlardı. Ptolemy bu eğrileri, aynı zamanda yapılan iki çembersel hareketin sonucu sayıyordu; tıpkı lunaparkta eksentrik biçimde büyüdükçe bir atlıkarınca üzerine yerleştirilmiş küçük bir atlıkarınca-da oturan birinin dönerken çizdiği yörünge gibi. Ptolemy'nin yer merkezli sistemi bugün bile, yıldızların dünyadan görünüşlerine ilişkin astronomi sorularına ve özellikle bazı denizcilik problemlerine cevap vermede kullanılmaktadır. Sistemin pratikteki kullanılışı da göstermektedir ki, Prolemy astronomisi gerçeğe pek de uzak değildi.

Dünya ile diğer gezegenlerin sabit bir güneş çevresinde döndüğü görüşü eski Yunanlılarca bilinmeyen bir şey değildi. Samoslu Aristarchus güneş merkezli (heliocentric) bu sistemi İ.Ö. 200 yıllarında ortaya koymuştu; ancak çağdaşlarını inandıramamıştı bunun doğruluğuna. Yunanlı astronomların Aristarchus'u anlayamamış olmalarını, mekanik bilimin o zamanki geri kalmışlığı ile açıklayabiliriz. Nitekim Ptolemy Aristarchus'a karşı şunları ileri sürüyordu: arz hareketsiz olmalı, çünkü başka türlü yere düşen bir taş dikey düşmezdi; gene havadaki kuşlar hareket eden arzın gerisinde kalır, kalktıkları yere değil geriden gelen yere konarlardı.

Ptolemy'nin bu tür düşünmesinin yanlışlığını gösteren bir deneye 17'nci yüzyıldan önce rastlamıyoruz. İlk kez, Descartes’in çağdaşı ama ona karşı olan Fransız keşişi Gassendi, hareket halinde gemiler üzerinde böyle bir deneye girişir. Gemi direğinin tepesinden saldığı taşın direğin tam dibine düştüğünü gösterir, Ptolemy doğru olsaydı, taş direğin dibine değil, geminin hareketi nedeniyle, daha geride bir noktaya düşerdi. Gassendi’nin bu deneyi Calileo’nun kısa bir süre önce bulduğu bir yasayı doğruluyordu. Buna göre, düşen taş geminin hareketini taşır, düşme sırasında onu içinde korur.

Peki Ptolemy neden aynı deneye başvurmamıştı? Çünkü ölçme ve gözlem dışında bir deney düşüncesine Yunanlılar alışkın değillerdi. Herhangi bir deney doğaya yöneltilen bir sorudur; bilim adamı uygun araçlar kullanarak, sonucu soruya “evet” ya da “hayır” demeye olanak veren fiziksel bir olgu meydana getirir. Gözlemimiz, müdahalemiz olmaksızın meydana gelen bir olguyla sınırlı kaldığı sürece bu olguyu oluşturan etkenleri ayırt etmemize, sonucu meydana getirmede her etkenin payını belirlemeye olanak yoktur.

Oysa bilimsel deney etkenleri birbirinden ayırt eder, birini serbest tutarak diğerlerini denetim altında tutar; böylece kişinin müdahalesi olmaksızın nasıl meydana geldiği kestirilemeyen karmaşık olayın işleyiş mekanizması anlaşılmış olur. Örneğin ağaçtan bir yaprağın düşmesi, yer çekimi ile hava akımı gücünün etkilediği karmaşık bir olgudur. Yaprağın zigzag çizerek yere inmesi iki karşıt etkinin işe karışmasından ileri gelir. Hava akımı etkisini denetim altına alırsak, düşme yalnız yer çekimi etkisine bağlı kalır ve yaprağın bir taş parçası gibi yere düştüğünü görürüz. Düzenli deneyler aracılığı ile doğanın karmaşık olguları öğelerine ayrılarak, her öğenin sonucu oluşturmadaki etkinlik derecesi belirlenir. İşte bu nedenledir ki, deney modern bilimin belirgin bir özelliği olmuştur.

Modern bilimi Kopernik (1472-1543) ve Galileo (1564-1642) ile başlamış sayıyoruz. Kopernik güneş merkezli sistemi kurmakla modern astronominin hem temelini attı, hem de bilimsel düşünmeye yeni bir yön vererek, onu önceki çağların “antropomorfizminden kurtardı. Galileo'ya gelince, bilimde kantitatif deney yöntemini ona borçluyuz. Cisimlerin düşme yasasına yol açan deneyleri, deneyi ölçme ve matematiksel ifade ile birleştiren yöntemin ilk örneğini oluşturmuştur. Galileo ile birlikte bir kuşak bilim adamının deneye yöneldiğini görüyoruz. Ama gene de bu genel yönelişin tümünü bir kişinin ürünü saymak doğru değildir. Kişinin kafasını, skolastik düşünce biçiminin boyunduruğundan kurtaran, bilimsel düşünceye olanak veren toplumsal koşulları görmezlikten gelemeyiz.

Deneysel bilimin doğuşu ile birlikte tüm Avrupa’yı kapsayan yeni bir atılım ve ilgi dalgasına tanık olmaktayız. Hollandalı bir mercekçinin buluşu olan teleskop, Galileo'nun elinde hemen gökyüzüne çevrilen bir inceleme aracı niteliğini kazanır. Başka bir İtalyan, Galileo’nun öğrencisi Toricelli, barometreyi bulur, havanın yükseklere çıktıkça azalan bir basınç oluşturduğunu ortaya çıkarır. Almanya'da, hava pompasını bulan Guericke, halkın hayretten açılan gözleri önünde, hava basıncını şöyle bir deneyle ispatlama yoluna gider: iki yanın küreden oluşan içindeki hava boşaltılmış bir kürenin kanatlarını ters yönlerden çeken birer düzine at birbirinden ayıramaz. Bu atılım İngiltere’de de kendini göstermekten geri kalmaz. Kraliçe Elizabeth'in hekimi William Gilbert manyetizma üzerinde geniş deneyler yürütür ve sonuçlarını yayınlar; Harvey kan dolaşımını bulur; Boyle, kendi adını taşıyan gazların oylum ve basıncına ilişkin yasayı bilime

kazandırır. Böylece gözlem ve deney yolundan bilim dünyasını oluşturan bir dizi olgu ve yasanın ortaya çıktığını görüyoruz.

Modern bilimin başlangıçtaki gelişmesine ilişkin seçtiğimiz bu bir kaç olay, modern dönemde ortaya çıkan empirik sistemlerin klasik Yunanlıların büyük rasyonalist sistemleri ile neden boy ölçüşecek önemde olduğunu göstermeye yeter. Yunanlıların rasyonalizmi o uygarlıktaki matematik araştırmalarının başarısını yansıtmaktadır; İngiliz empirizmi ise, modern bilimde deneysel yöntemin, yani doğaya yöneltilen soruya doğanın “evet” ya da “hayır” diye yanıt verdiği yöntemin, zaferini simgeler.

Ama açıklanması gerekli başka bir gelişme daha vardır. Bu da, İngiliz ampirizminin geliştiği dönemde kıta Avrupa'sında rasyonalist felsefenin canlanmasıdır. Descartes, Leibnitz ve daha sonra Kant'ın temsil ettiği bu yeni rasyonalist felsefe kuşkusuz yöntem ve düşünme gücü yönünden klasik dönem rasyonalizminden daha üstündür; çünkü adı geçen filozoflar bilimi yakından tanıyan ve ona önemli katkılan olan düşünürlerdir.

Bu rakip gelişmeyi anlamak için, deneysel yöntemin, tüm devrimsel sonuçlarına karşın, bilimsel yöntemi oluşturan iki temel araçtan sadece biri olduğu hatırlanmalıdır. Diğeri, bilimsel açıklamanın oluşumunda kullanılan matematiksel yöntemlerdir. Bu yönüyle, Yunan biliminin modern çağda kendini sürdürdüğü söylenebilir. Gene ilginçtir ki, modern bilime geçişin simgesi sayılan Kopernik sisteminin ilk taslağını Aristarchus'un güneş-merkezli sisteminde bulmaktayız. Yunanlıların astronomide keşfettikleri bir yöntem, fiziksel dünyanın incelenmesinde matematiği kullanma yöntemi, modern bilimde vazgeçilmez nitelik kazanmıştır. Matematiğin deneysel yöntemle birleşmesiyle, bilimde göz kamaştırıcı gelişmeler dönemi açılmıştır. Modern bilime asıl gücünü veren şey *hipotetik-dedüktif metot* adı verilen bu birleşmedir işte! Bu yöntem gözlemsel olguların çıkarımına elverişli matematik biçimde bir hipotezin sağladığı bir açıklama niteliğindedir. *Açıklayıcı indüksiyon* da denen bu yöntemi biraz daha yakından tanıyalım.

Kopemik'in teorisi, Johann Kepler’in (1571-1630) araştırmaları ile geliştirilip, sonunda Isaac Newton'un (1642-1727) matematiksel açıklamasında yerini bulmamış olsaydı, bilim dünyasınca benimsenmesi kolayca beklenemezdi. Mistik kafalı bir matematikçi olan Kepler, evrenin

armonik düzende olduğu düşüncesini karmaşık bir matematik planda ispata koyulmuştu. Ancak gezegenlere ilişkin gözlemlerin beklentisine uymadığını, gezegenlerin başka yasalara bağlı hareket ettiklerini saptadıktan sonra ispatlamaya çalıştığı düşünceden vazgeçti. Gezegenlerin yörüngelerinin çembersel değil eliptik olduğu ortaya çıkmıştı; Kepler gezegen hareketlerini ünlü üç yasası ile belirledi.' Kepler’in buluşlarını daha büyük bir buluş, bu dönemin kuşkusuz en büyük buluşu izler: Newton'un yer çekimi yasası. Çoğu kez “gravitasyon yasası" diye anılan bu yasa, oldukça basit matematiksel bir denklemle ifade edilir. Mantıksal açıdan, doğrudan test edilemeyen bir hipotez niteliğindedir. Bu nedenle dolaylı yoldan doğrulanmıştır; nitekim Newton'un da gösterdiği gibi, Kepler yasalarında özetlenen tüm gözlem verilerine bu hipotezden, çıkarsama ile gidilebilir. Dahası var: yalnız Kepler'in yasalarım değil, daha pek çok olgusal ilişkileri, bu arada Calileo'nun cisimlerin düşme yasası ile, ayın konumları ile bağıntılı olan gel-git olayını aynı hipotezden çıkarma olanağı vardır.

Newton kendisi hipotezinin doğruluğunun, hipotezden mantıksal olarak çıkanları sonuçların gözlemsel olgulara uymasına bağlı olduğunu açıkça görüyordu. Bu sonuçları çıkarmak için, “diferansiyel hesap" denilen yeni bir matematiksel yöntem icat etmek zorunda kalmıştı. Ancak dedüktif düzeydeki tüm parlak başarısı ona yeter görünmüyordu. Kantitatif gözlemsel verilere de ihtiyaç duyuyordu. Hipotezini, aylık dönüşü gravitasyon yasasına bağlı olması gereken ay üzerindeki gözlemleriyle doğrulamak istemişti. Ancak üzüntüyle gördü ki, gözlem verileriyle hipotezine dayanarak çıkardığı sonuçlar birbirini tutmuyordu. Newton, ne denli güzel olursa olsun teorisini olguların üstünde tutacak türden bir bilim adamı değildi; teorinin yazılı olduğu kâğıtları çekmecesine kilitleyip kaldırmakta tereddüt göstermedi. Yirmi yıl kadar sonra Fransızlar yer küresinin çevresini yeniden ölçünce, Newton daha önce kullandığı ölçmelerin yanlış olduğunu gördü; yeni ölçmeler hipotezinin sonuçla-nna tümüyle uyuyordu. Newton bunu gördükten sonra, ancak, teorisini yayımlamaya karar verir.

Newton'un hikâyesi modern bilimin yöntemini aydınlatan en çarpıcı örneklerden biridir. Bilimsel yöntem gözlemle başlar; ama bununla yetinmez. Gözlem, betimlemeyi aşan matematiksel bir açıklama ile

tamamlanır. Daha sonra, bu açıklamadan matematiksel yöntemlerle birtakım sonuçlar çıkarılır ve olgularla karşılaştırılır. “Evet” ya da “Hayır" cevabını vermek bu olgulara bırakılmıştır. Bu yönüyle alındığında bilimsel yöntem empirik niteliktedir. Ne var ki, olguların doğru, olarak kanıtladığı şey, olguların söylediğinden daha fazlasını içerir. Onların doğru olarak kanıtladığı matematiksel açıklama ya da teoriden daha başka gözlemlere gitme olanağı vardır. Newton soyut bir teoriye gidecek kadar yürekli, ancak öyle bir teoriyi olgular doğrulamadıkça doğru saymayacak kadar ihtiyatlı bir kişidir.

Matematiksel yöntem modern fiziğe öndeyici gücünü kazandırmıştır. Empirik bilimlerden söz eden hiç kimse, gözlem ve deneyin, ancak matematiksel dedüksiyonla birleşince, modern bilimi oluşturmada etkin olabildiklerini gözden ırak tutmamalıdır. Newton'un fiziği, kendisinden iki kuşak önce Francis Bacon tarafından ileri sürülen indüktif bilimden çok farklıdır. Bacon'ın tablolarında yer aldığı gibi sadece gözlemsel olguları toplama ve düzenleme hiçbir bilim adamını yer çekimi yasasını bulmaya götürmezdi. Modern bilim başarısını, gözlemle birleşen matematiksel dedüksiyona borçludur.

Matematiksel yöntem en belirgin ifadesini, klasik fiziğin, yani Newton fiziğinin bir özelliği olarak gelişen “nedensellik" kavramında bulmuştur. Fizik yasalarını matematiksel denklemlerle dile getirme olanaklı olduğundan, fiziksel gerekliliğin, matematiksel gerekliliğe dönüştürülebileceği sanılmıştır. Örnek olarak, ayın konumu ile bağıntılı olarak gel-git olayını ele alalım. Bu olayda denizin bir kabarması aya doğru iken diğeri ters yöndedir; öyle ki, arz kabaran suyun altında dönerken, yüzeyinde suyun kaymasına yol açar. Bu gözlemsel bir olgudur. Newton'un açıklamasında bu olgu matematiksel bir yasanın (yerçekimi yasasının) sonucu olarak ortaya çıkar: böylece matematiksel yasanın kesinliği fiziksel olaya geçirilmiş olur. “Doğanın kitabı matematiksel dilde yazılmıştır," Calileo'nun bu sözü daha sonraki yüzyıllarda onun tüm beklentilerini de aşan bir şekilde doğruluğunu göstermiştir. Doğa yasaları, gereklilik ve evrensellik özellikleriyle matematiksel yasaların yapısını taşır.

Matematiksel yasa yalnız olguları düzenlemenin değil, ön-deyinin de bir aracı olmuştur; fizikçiye ilerde olacak olguları kestirme gücü sağlamıştır.

indüktif akıl-yürütme ile ulaşılan basit genelleme, hipotetik-dedüktif metodun bu gücüyle karşılaştırıldığında son derece yetersiz kalır. Bu gücün kaynağı nedir? Yanıt açık görünmüştür; doğada tüm olup bitenler arasında matematiksel ilişkilerle dile getirilmeye elverişli sıkı bir düzen olmalıdır. Bu düzen “nedensellik" diye belirlenmiştir.

Doğada tüm olup bitenlerin sıkı bir nedensellik belirliliğine bağlı olduğu düşüncesi modern çağların bir ürünüdür. Yunanlılar yıldızların davranışla-nnda matematiksel bir düzen buluyorlardı, ancak diğer fiziksel olguları tümüyle nedensellik ilkesine bağlı saymıyorlardı. Gerçi kimi Yunan filozoflarının genel bir belirliliğe inandıklarını biliyoruz; ama onların belirlilik anlayışının bizimkine ne denli yakın olduğu pek belli değildir. Belirlilikten ne anladıklarına ilişkin hiçbiri bize açık bir açıklama bırakmış değildir. Nedenselliği evrensel bir yasa olarak düşündükleri kuşku götürür. Üstelik bu ilkenin önemli önemsiz her türlü olgular için geçerli görüldüğü, olguların insan amaç ve istekleri dışında başka olgularca belirlendiği düşüncesi, matematiksel fiziğin bilinmediği bir dönemde ortaya çıkamazdı elbette.

Yunan kafası için olguların önceden belirlenmesi dinsel bir anlam taşırdı, öyle ki bu anlayışı nedensellik kavramı ile değil “yazgı” kavramı ile dile getirmek yerinde olur. Yazgı inancının kökeni antropomorfiktir; başka bir deyişle insan davranış biçimleri ile değerlendirmelerin doğaya yansıtılması böyle bir inanca yol açmıştır. İnsanlar nasıl kendi amaçları için doğanın işleyişini denetim altına alıyorlarsa, tanrılar da insana ilişkin olup bitenleri denetim altında tutar ve her kişinin yazgısını belli bir plana bağlı görür. Yunan yazgıcılığı (fatalism) işte budur. Değişik yollara başvurarak yazgımızdan kurtulmaya çalışabiliriz; ama ne yapsak boşuna, yazgımız başka bir yoldan mutlak gerçekleşir. Babasını öldürüp annesiyle evlenmek Oedipus'un yazgısıydı. O bundan habersizdi. Ama Thebes kralı baba öğrenmişti bunu gaipten. Babanın, yeni doğan oğlunu ıssız bir dağa bırakarak yazgıyı bozma girişimi başarılı olmaz; yavruyu başkaları bulup büyütür. Thebes'e gitmekte olan genç Oedipus yolda bilmediği bir adamla karşılaşır, adamı öldürür. Sonra geldiği kenti, gizemini çözdüğü sfenksin korkunç baskısından kurtarır; başarısı kraliçe ile evlenmesiyle ödüllendirilir. Çok geçmeden öldürdüğü adamın kendi öz babası, evlendiği kadının kendi öz annesi olduğunu öğrenir. Freud bu miti bilinçaltı bir

arzunun yansıması olarak yorumlar: Çocuğun anneye duyduğu cinsel istek, babaya duyduğu nefret. Böylece psikolojik yönden yazgı fikri, bilinçaltı dürtüler karşısında duyduğumuz zavallılığın bir yansıması biçiminde açıklanabilir. Ancak bu Yunanlıların bilmediği, bizim çağdaş açıklamamız. Doğru bulsak da bulmasak da, yaşamın yazgıyla önceden belirlenmiş olma öğretisini mantıkla değil psikoloji ile açıklama zorundayız.

Modern bilimin belirleyiciliği çok değişik niteliktedir. Kökeni matematiksel yöntemin fizikteki başarısında aranmak gerekir. Fizik yasalar matematiksel ilişkiler biçiminde yorumlamak, dedüktif yöntemleri, kesin öndeyiler çıkarmada kullanmak mümkün olduğuna göre, olup bitenlerin görünürdeki karışıklığın gerisinde mutlaka matematiksel bir düzen, nedensel bir bağıntı olmalı diye düşünülmüştür. Bu düzeni tümüyle bilemiyor ya da yakalayamıyorsak, bu bizim bir kusurumuzdur. Fransız matematikçisi Laplace bu görüşü, her atomun konum ve hızını gözlemleyen, tüm matematiksel denklemleri çözebilen insanüstü bir zeka benzetişinde özetler. Böyle üstün bir zeka için "geçmiş gibi gelecek de gözler önündedir," ister bizden bin yıl önce isterse sonra olsun her olgunun tüm ayrıntılarını belirlemek işten değildir. Fizik dünya için söz konusu olan bu belirleyicilik, Newton fiziğinin en genel sonucudur. Yazgıdan nitelik yönünden farklıdır. Planlayıcı değil, kördür; ne insandan yana, ne de ona karşıdır. Geleceğe yönelik amaçlar bakımından değil, geçmiş olgulara dayalı bir belirleyiciliktir. Doğaüstü bir buyruktan değil, fizik olguların yasal düzeninden kaynaklanmaktadır. Ama yazgı kadar sık ve istisnasız bir belirleyiciliktir; fizik dünyayı, otomatik işleyen bir saat modeline oturtmuştur bu düşünce.

Klasik fiziğin dünya görüşü bu olduğuna göre, Newton döneminin bizi empirist bir akıntı içine attığı gibi rasyonalist bir akıntıya kaptırdığına da şaşmamak gerekir. Empirist, bilimin yalnız bir yanını, gözlemsel yanını incelemekle yetindi; rasyonalist ise başka bir yanını, matematiksel yanını vurgulamakla yetindi. ..

Klasik fiziğin ne empirist nede rasyonalist yorumu tek başına yeterlidir. Fiziğin matematiksel kesinliğine bakarak, bilimin içerdiği tüm düşünce süreçlerinin dedüktif çıkarımlarından ibaret olduğu sonucuna gitmemeliyiz. Fizikçi dedüksiyona olduğu kadar indüksiyona da dayanmak zorundadır;

çünkü bilimsel araştırma gözlem velileriyle işe koyulur, ulaştığı sonuçları gene gözlem verilerine giderek doğrulamaya çalışır. Bilim adamının gözlemsel ön-deyileri hem yeni bulgularını hem de kurduğu hipotezi doğrulayan kanıtlan oluşturur. İndüktif ve dedüktif düşünme biçimleriyle kurduğu karmaşık düşünce sistemi klasik fiziğe, olguları açıklama ve ön-deme işlevinde en üst düzeyde etkinlik kazandırmıştır. Ne var ki. ne fizikçi ne de filozof bu yöntemlere, özellikle yeni öndeyilere uygulamalarında, neden bel bağlamamız gerektiği konusunda bize tam doyurucu bir açıklama getirememiştir.

Ek 11:
TEORİK FİZİK'İN YÖNTEMİ ÜZERİNE[100]
A. Einstein

Teorik bir sistemin gelişimini gözden geçirirken, teorinin içeriği ile empirik olgunun tümü arasındaki ilişkiye özenle bakalım. Burada bilgimizin birbirinden ayrılmaz iki öğesi arasında sürüp giden çelişkiyle (olguyla akıl karşıtlığı ile) ilgilenmekteyiz.

Antik Yunan'a bilimin beşiği olduğu için saygı duyarız. Bilimin mantıksal bir sistem olarak doğuşuna ilk kez burada tanık olmuştur dünya. Euclid geometrisinden söz ediyorum. Bu sistemde akıl yürütme öyle tam ve kesin ki, ulaşılan her önerme hiçbir şüpheye yer bırakmayan bir doğruluk kazanmakta. Yargı gücünün eriştiği bu parlak başarı kişiye, daha sonraki başarılarına yönelmede güvence kaynağı olmuştur. Euclid'in hayal yetisini tutuşturmadığı hiçbir genç, bilimsel düşünür olmaya kendini aday saymasın!

Ama gerçek dünyanın tümünü kapsayan bir bilim için insanoğlunu ikinci bir temel öğeye, Kepler ve Galileo'nun açtığı yolda gidenlerin ortak nitelikleri olan bir öğeye daha ihtiyaç vardı. Salt mantıksal düşünmek bize olgusal dünya hakkında hiçbir şey öğretemez; gerçeğe ilişkin her türlü bilgimiz yaşantı ile başlar onda biter. Salt mantık yoluyla elde edilen önermeler boştur, olgusal içerikten yoksundur. Bunu gördüğü, bilini dünyasının kafasına dank diye vurduğu içindir ki, Galileo'yu modern fiziğin, hatta tümüyle modern bilimin babası sayıyoruz.

Teorik fizikte bir sistemi kavramlar, bu kavramlar için geçerli sayılan temel yasalar, ve mantıksal çıkarımla ulaşılan sonuçlar oluşturur. Gözlemlerimize uygun düşmesi gereken önermeler de işte bu sonuçlardır.

Euclid geometrisinin yapısında da aynı şeyi görmekteyiz. Şu farkla ki, burada temel yasalara aksiyom diyoruz; mantıksal çıkarımla ulaşılan teoremlerin de olgusal dünyaya uygun düşmesi söz konusu değildir. Ancak

geometriyi, başlangıçtaki empirik içeriğinden soyutlamaksızın uzaysal ilişkileri dile getiren olgusal türden bir bilim olarak da yorumlayabiliriz. Bu takdirde, geometri ile teorik fiziğin mantıksal türdeşliği sağlanmış olur.

Böylece teorik sistem olarak fizikte katıksız yargı ile deneyimin yerini gösteriş bulunuyoruz. Sistem yapısını yargıya borçludur: empirik içerik ile içeriğin olgusal ilişkileri ifadelerini teorinin sonuçlarında bulmaktadır. Tüm sistemin (özellikle kavram ve temel ilkelerin) değer ve gerekçesi bu ifadelerin olasılığında aranmalıdır. Söz arası söyleyelim, teorik kavram ve ilkeler aklın özgür birer ürünü olmasına karşın, ne aklın niteliğine başvurularak ne de *a priori* bir biçimde temellendirilebilir.

Sistemin dayandığı kavram ve ilkeler teorik yapının temel taşlan olup daha basite indirgenemezler. Her teoride başlıca amaç olgusal içeriğin ifade yeterliğinden vazgeçmeksizin bu temel taşlan olabildiğince sadeleştirmek ve en az sayıda tutmaktır.

Bilimsel teoriyi oluşturan kavram ve postulatların kurgusal niteliği ile ilgili bu görüş oldukça yenidir: 18'nci, hatta 19'uncu yüzyılda, temel kanam ve ilkelerle, bunların olgulara ilişkin sonuçları arasındaki mesafe pek geniş değildi. Bu mesafe, teoride mantıksal yapı basitleştikçe, yani mantıksal yönden bağımsız olan temel kavram ve ilkelerin sayısı azaldıkça genişlemektedir.

Fizikte ilk teorik sistemin kurucusu Newton bile, teorisinin dayandığı temel kavram ve ilkelerin gözlemsel olgulardan çıkarılabilir olduğu kanısındaydı. “Hipotez kurmuyorum” (“hypotheses non fingo") derken hiç şüphesiz bu görüşünü belirtmek istiyordu.

Aslında, onun zamanında, zaman ve uzay kavramı hiçbir güçlük ortaya koymuyordu. Kütle, eylemsizlik ve kuvvet kavramlarıyla bunları birleştiren yasalar düpedüz olgulardan çıkarılmış görünüyordu. Bu temel üzerine kurulan yer çekimi ilişkisinin ve diğer kuvvetlerin de aynı şekilde olgulardan çıkarılabilir olduğunu kabul etmek akla uygun geliyordu.

Gerçi, mutlak durmayı içeren mutlak uzay kavramını ifade biçiminde Newton'un pek rahat olmadığını görüyoruz. Gözlemlerimizde bu kavramı karşılayan hiçbir şey olmadığını sezinliyordu. Ayrıca, uzaktan etkili kuvvet kavramı da onu rahatsız ediyordu. Ne var ki, teorisinin uygulamada

gösterdiği büyük başarı onu da, kendisinden sonra gelen fizikçileri de, sistemi oluşturan temel kavram ve ilkelerin kurgusal niteliğini görmekten alıkoymuştu. Günümüze gelinceye kadar fizikçilerin çoğu, tersine, temel kavram ve postulatların gözlemsel verilerden mantıksal yoldan “soyutlanarak” elde edildiği üzerinde ısrarlıydılar. Onlar için bu kavram ve ilkelerin olgulardan bağımsız, birer düşünsel ürün olduğu akla bile gelmezdi. Bu anlayışın yanlışlığı açıkça ancak genel relativite teorisinin ortaya çıkmasıyla anlaşılmıştır. Nitekim bu teori, Newton'unkinden değişik temellere dayanarak daha çok sayıda olguların, daha tam ve doyurucu bir biçimde ele alınabileceğini göstermiştir. iki teoriden birinin veya ötekinin üstünlüğü sorununu bir yana bırakarak, teorik ilkelerin kurgusal niteliklerini vurgulayan bir noktayı belirtmekle yetinebiliriz, bu da birbirinden temelde farklı iki ilkenin aynı olgu grubunu açıklayabilmesidir. Bu da gösteriyor ki, bu ilkeler olgulardan bağımsız kurgular olup, olgulardan mantıksal olarak çıkanlasın olanaksızdır.

Teorik fiziğin bu aksiyometik temeli gerçekten olgulardan bağımsız olarak aklımızın yarattığı bir şeyse, o zaman gerçeğe ulaşma umudunu taşıyabilir miyiz? daha kötüsü, gerçek dediğimiz şeyin hayalimizin ötesinde bir varlığı var mıdır? ... Bana sorarsanız, bizi doğruya götürecek bir yolun olduğunu ve onu bulabileceğimizi tereddütsüz söyleyebilirim. Bugüne kadarki deneylerimiz doğanın, düşünebileceğimiz en basit matematiksel kavramlarla ifade olanağı bulduğunu göstermektedir. Salt matematiksel yollardan doğayı anlamamızı sağlayan kavramlara ve bu kavramları birbirine bağlayan yasalara ulaşabileceğimiz inancındayım. Gözlem verilerimiz bize uygun matematiksel kavramların sezgisini verebilir belki; fakat onlara hiçbir şekilde mantıksal zorunluk kazandırmaz. Hiç şüphe yok ki, matematiksel teorilerin uygulamadaki yararının biricik ölçütü deneylerimizdir. Ancak yaratıcı ilkeyi deneylerde değil matematikte arayacağız. Bu nedenle, geçmiş çağlarda özlendiği gibi, ben de salt düşünce ile gerçeği kavrayabileceğimizi sanıyorum.

Ek 12:
BİLİMDE BUNALIM VE TEORİLERİN ORTAYA ÇIKIŞI[101]
Thomas S. Kuhn

Bundan önceki bölümde gözden geçirdiğimiz buluşların tümü temel-görüş (paradigma) değişikliğine yol açan neden, ya da katkı niteliğindeydi. Dahası var: Bu buluşları içeren değişiklikler yapıcı olduğu kadar yıkıcıydı. Bir buluşun özümlenmesinden sonra bilim adamları için daha çok sayıda olguları açıklama ya da, bilinen olgulara daha tam bir anlam verme olanağı doğuyordu. Ancak bu kazanç öteden beri yerleşik kimi inançları veya işlemleri bir yana iterek, böylece teoride açılan boşlukları yenileriyle doldurmak çabası pahasına sağlanabiliyordu. Bu tür değişikliklerin normal bilim içinde yer alan tüm buluşlara bağlı gittiğini göstermiştim. Sadece, önceden kestirilen ve bu nedenle beklentimize aykırı düşmeyen buluşlar bunun dışında kalır. Ne var ki, temel-görüş değişimine yol açan tek neden buluşlar değildir. Bu bölümde yeni teorilerin ortaya çıkmasından kaynaklanan benzer ama daha kapsamlı değişiklikleri inceleyeceğiz.

Bilimlerde olgu ile teorinin, buluş ile icadın kesinlikle ve sürekli olarak ayrı şeyler olmadığını yeterince belgelediğimizi sanıyoruz. Yeni teorilerin ortaya çıkışını ele alırken, buluş üzerindeki anlayışımızı da ister istemez genişletmiş olacağız. Son bölümde ele aldığımız buluş türleri, hiç değilse tek başlarına, Kopernik, Newton, Lavoisier ve Einstein devrimleri çapında büyük görüş değişikliklerine yol açmış değillerdir. Bu buluşları ışığın dalga teorisi, ısının dinamik teorisi, ya da Maxwell'in elektro-manyetik teorisi gibi teorilerin neden olduğu daha küçük, fakat daha teknik, değişikliklerden bile sorumlu tutmamalıyız. Bu tür teoriler normal bilim sürecinde nasıl ortaya çıkabilir diye merak edilebilir, çünkü, normal bilim yeni buluşa göre yeni teoriye daha az elverişli bir ortamdır.

Yeni olguların ortaya çıkışında bir aykırılığın (beklenti dışı bir gözlem veya gözlemlerin) sezinlenmesi rol oynadığına göre, yeni bir teorinin ortaya çıkışında da ilk koşulun, gene böyle bir aykırılığın daha derinden

sezinlenmesiyle oluştuğuna şaşmamalıdır. Bu noktada bilim tarihinin sağladığı kanıtlar son derece açıktır, kanısındayım. Kopernik teorisinden önce Ptolemy astronomisinin içinde bulunduğu durum bir skandaldı. Galileo'nun hareket konusundaki katkıları, skolastik eleştiricilerin Aristoteles teorisinde ortaya çıkardıkları güçlüklerin yarattığı bunalıma dayanıyordu. Newton'un yeni ışık ve renk teorisi, daha önceki teorilerden hiçbirinin spektrumun uzunluğunu açıklamada başarılı görülmemesinden kaynaklanmıştır. Daha sonra Newton teorisinin yerini alan dalga teorisine, kırınım ve kutuplaşma etkilerinin Newton teorisiyle ilişkilerinde göze çarpan aykırılıklar yol açmıştır. Termodinamik ise on dokuzuncu yüzyıla ait iki fizik teorisinin çatışmasından doğmuştur. Kuantum mekaniğine gelince, bu teori siyah cisim ışınımı, özgül (specific) ısı ve foto-elektrik etki çevresinde oluşan çeşitli güçlükleri gidermeye yönelik bir gelişmedir. Dahası var: Newton'unki dışında tüm bu durumlarda, aykırılığın sezinlenmesi öyle uzun sürmüş ve öyle derin işlemiştir ki, bilimin o dallarında tam bir bunalım egemen olmuştur. Yeni teorilerin ortaya çıkışı, egemen görüşün büyük ölçüde yıkılmasını, normal bilimin problem ve yöntemlerinde büyük değişikliği gerektirdiğinden, genellikle belirgin bir tedirginlik dönemini izler. Bekleneceği gibi, normal bilime ait güçlüklerin bir türlü çözümlenememesi tedirginliğin kaynağıdır. Bilinen kuralların başarısızlığı, yenilerini aramaya yol açar.

Önce temel-görüş (paradigma) değişikliğine çarpıcı bir örnek oluşturan Kopernik astronomisine bakalım. Hemen belirtelim ki, t.ö. 200 ve I.S. 200 yılları arasında gelişen Ptolemy sistemi. hem gezegenlerin hem de yıldızların değişen konumlarını öndemede övgüye değer ölçüde başarılıydı. Antik dünyada bu denli etkin bir başka sistem gösterilemez; yıldızlarla ilgili olarak günümüzde bile Ptolemy sistemi yaygınca kullanılmaktadır; gezegenler için ise Kopernik sistemi kadar etkin olduğu söylenebilir. Ne var ki, bir teorinin övgüye değer derecede başarılı olması tam başarılı olduğu demek değildir. Gerek gezegen konumlarını, gerek “equant" notlarının kaymasını öndemede Ptolemy sistemi hiçbir zaman tam başarılı olamamıştır. Birtakım küçük aykırılıkları giderme, Ptolemy'yi izleyen pek çok astronom için başlıca araştırma konusu olmuştur. Tıpkı, Newton teorisi ile astronomi gözlem sonuçlarını bağdaştırma yolunda Newton'un 18'inci yüzyıl izleyicilerinin giriştikleri araştırmalar gibi. Bir süre, astronomlar bu

araştırmaların, Ptolemy sistemine yol açan girişimler gibi, başarılı olacağını haklı olarak sanmışlardı. Herhangi bir aykırılığı, astronomlar Ptolemy sisteminde bazı düzenlemelere giderek ayıklayabiliyorlardı. Ne var ki, zamanla, bu düzenlemelerin sistemi daha sağlıklı işler yapmak yerine daha karmaşık hale getirdiği, öyle ki, bir yerde giderilen bir aykırılığın başka bir yerde ortaya çıktığı görülmüştür.

Astronomi geleneğinin dıştan sürekli kesintilere uğraması. ve astronomlar arasındaki iletişimin son derece darlığı nedeniyle, bu güçlükler ancak zamanla anlaşılmıştır; ama anlaşılmıştır. Daha on üçüncü yüzyılda X. Alfonso'nun “Tanrı evreni yaratırken bana danışmış olsaydı. ona iyi akıl verebilirdim,” dediğini biliyoruz. On altıncı yüzyılda. Kopernik'in çalışma arkadaşı, Domenica da Novara, Ptolemy'ninki kadar hantal ve sağlıksız bir sistemin doğayı doğru yansıtamayacağını söylüyordu. Kopernik'in kendisi de *De Revolutionisbus* adlı yapıtının önsözünde miras aldığı geleneğin sonunda bir “hilkat garibesi"ne dönüştüğünü yazmaktan geri kalmaz. O yüzyılın başlarında, Ptolemy sisteminin kendi geleneksel sorunlarına bile uygulama gücünü yitirdiğini, Avrupa'nın seçkin astronomları anlamaya başlamışlardı artık. Kopernik'in sistemi reddederek yerine bir yenisini oluşturmaya koyulması da böyle bir anlayıştan sonra olabilirdi ancak. Ünlü önsözü bugün bile bilimde bunalamı en iyi anlatan bir metin niteliğindedir.

Kuskusuz, sistemin birtakım normal teknik problemleri çözmede içine düştüğü yetersizlik Kopernik'in karşılaştığı bunalımın tek nedeni değildi. Bunun yanı sıra takvim reformuna ilişkin toplumsal baskıyı (o baskı ki, “procession" sorununa daha büyük bir ivedilik kazandırmıştı) da hesaba katmak gerekir. Kaldı ki, daha tam bir açıklama için, Ortaçağ'da Aristoteles'e yöneltilen eleştiriyi, Rönesans Yeniplatonculuğunu, daha önemli tarihsel olayları göz önüne almayı gerektirir. Ama gene de teknik çözümde içine düşülen yetersizlik bunalımın özünü oluşturan etkendir. Olgun bir bilimde (ki astronomi bu düzeye antik çağda erişmişti) sözü geçen dış etkenler özellikle bunalımın patlama zamanı ile ilk ortaya çıkış alanını belirlemede ve bunu algılamadaki kolaylığı sağlamada önemlidir. Ne var ki, bu incelemede bunları ele alamayacağız.

Kopemik devrimi için bu söylediklerimizi yeter sayarsak şimdi oldukça farklı ikinci bir örneğe, Lavoisier'in yanmaya ilişkin oksijen teorisine yol

açan bunalıma değinebiliriz. 1770'lerde pek çok etkenin kimyada bir bunalım oluşturmada birleştiğini görmekteyiz. Gerçi tarihçiler ne bu etkenlerin niteliği, ne de göresel önemleri üzerinde tümüyle anlaşmış değillerdir. Ancak iki tanesinin birinci derecede önemli olduğu genel bir kanıdır: Bunlardan biri gaz kimyasının ortaya çıkışı, diğeri ağırlık ilişkileri sorunuydu. Birincisinin tarihi, 17'nci yüzyılda hava pompasının bulunuşu ve kimya deneylerinde gelişmesiyle başlar. Bir sonraki yüzyılda, hava pompası ile benzer araçları kullanan kimyacılar, havanın kimyasal reaksiyonlarda aktif bir bileşen olması gerektiğini anlamaya başladılar. Bir kaçı dışında kimyacılar için hava biricik gazdı. Joseph Black'ın, $C0_2$'ın normal havadan farklı olduğunu gösterdiği 1756 yılına gelinceye dek, değişik görünen gazların sadece pislik yönünden birbirinden ayrıldığı düşüncesi egemendi.

Black'den sonra gazlar üzerindeki incelemeler, özellikle Cavendish, Priestley ve Scheele elinde hızla ilerledi. Bunların birlikte geliştirdikleri birtakım yeni teknikler değişik gazlan birbirinden ayırıcı güçteydi. Hepsi de “phlogiston" teorisine inanıyor, bu teoriyi deneylerini düzenleme ve sonuçları yorumlamada sık sık kullanıyorlardı. Scheele ısıyı “dephlogisticate” etmeyi amaçlayan bir dizi karmaşık deneylerinde ilk kez oksijeni elde etmişti. Ne var ki, deneylerden çıkan sonuç phlogiston teorisinin açıklamada giderek yetersiz kaldığı bir sürü gaz çeşidi ile onlara ilişkin özellikler oldu. Gerçi bu bilim adamlarından hiçbiri, teoriyi tüm yetersizliklerine karşın atmayı aklından geçirmiyordu. 1770'lerin başında Lavoisier hava üzerindeki deneylerine başladığında, teorinin kimyacıdan kimyacıya değişen birçok yorumları ortalığı kaplamıştı. Bir teorinin böyle değişik biçimler alması bir bunalımın bilinen bir belirtisidir. Kopernik, kitabının önsözünde bundan yakınmıştı.

Ancak bunalımı oluşturan tek neden phlogiston teorisinin giderek belirsizleşip işe yaramaz hale gelmesi değildi. Lavoisier'i uğraştıran bir sorun da yanma sürecinde nesnelerin pek çoğunun ağırlık kazanması gözlemiydi. daha Ortaçağda kimi İslam kimyacıları bu olayı biliyordu. 17’nci yüzyılda da madenlerin yeterince ısıtıldığında havadan bir şeylerle birleştiğini gösteren deneyler yapılıyordu. Ama bu 17'nci yüzyıl kimyacıları için önemli bir olay değildi; nesnelerin kimyasal reaksiyonlarda oylum,

renk ve doku bileşenlerinde değişikliğe uğradığına göre ağırlık yönünden de değişebilirdi. Ağırlık her zaman madde miktarının bir ölçüsü sayılmıyordu. Kaldı ki, yanmada ağırlık artışı kimi metallere özgü bir olgu olarak kalınıştı. Bir çok doğal nesneler (örneğin odun), yandığında, phlogiston teorisinin de daha sonra öngördüğü üzere, ağırlıklarından yitiriyordu aslında.

Ne var ki, 18'inci yüzyılda ağırlık artışına ilişkin bu yaklaşım giderek etkinliğini yitirdi. Bir yandan terazinin bir ölçme aracı olarak daha çok kullanılışı, bir yandan da gaz kimyasının hızla gelişmesi, reaksiyonlarda ortaya çıkan gazları elde tutmayı kolaylaştırmıştı. Bu da kimyacıları, yanmada ağırlık artışı olgusunun oldukça yaygın olduğu gözlemine götürüyordu. Öte yandan, Newton’un çekim teorisinin giderek daha yaygın özümlenmesi kimyacıları, ağırlık artışının madde miktarı artışı demek olduğu düşüncesine getirmişti. Ama bu sonuçlar henüz phlogiston teorisini reddetmek için yeterli değildi; teoriyi ayakta tutmanın yolları daha bulunabiliyordu. Phlogiston’un ağırlığı negatifti belki de. Ya da yanmada phlogiston'un boş bıraktığı yerlere ateş parçacıklarının sokulması ağırlık artışına yol açıyordu. Başka açıklamalar da vardı. Ancak ağırlık artışı gözlemi, teoriyi atmaya yetmiyorduysa da, sorunu giderek daha ağırlaştıran yeni yeni araştırmalara yol açıyordu. Bu araştırmalardan biri (ki phlogiston'u “ağırlığı olan, birleştiği nesnelerin ağırlıklarını değiştiren bir madde" olarak belirliyordu) 1772'de Fransız Bilim Akademisi'ne sunulmuştu. Aynı yılın sonunda Lavoisier ünlü mühürlü tebliğini Akademi sekreterine bırakmıştı. Bu tebliğ yazılmadan, yıllarca kimyacıların bilincinde keskinleşen bir sorun, ivedi çözüm bekleyen bir problem niteliği kazanmıştı. Çözüm için Phlogiston teorisinin değişik yorumlarına gidiliyordu. Gazlar kimyasının yol açtığı sorunlar gibi, yanmada ağırlık artışı sorunu da giderek teorinin ne olduğunu bilmeyi güçleştiriyordu. Gerçi hala işe yarar bir araç diye tutuluyordu; ne var ki, l8'inci yüzyıl kimyasının temel görüşünü oluşturan bu teori kendine özgü konumunu yitirmeye yüz tutmuştu artık. Teorinin ışığında yapılan araştırmalar, temel-görüş (paradigma) öncesi dönemlerine özgü birbiriyle yarışan görüşlerin altında yapılan araştırmaları andırıyordu. Bunalımın tipik bir belirtisi de bu zaten.

Son bir örnek olarak da Einstein'ın görecelik (relativity) teorisine yol açan 19'uncu yüzyıl sonlarında fiziğin içine düştüğü bunalıma bakalım. Bu

bunalımın bir kökü 17'nci yüzyıla kadar uzanır. Aralarında Leibniz'in bulunduğu kimi doğa filozofları Newton'un benimsediği mutlak uzay kavramını eleştirmişlerdi. o zaman. Doyurucu bir ölçüde olmasa bile mutlak konum ve mutlak devinim kavramlarının Newton sisteminde işlevsiz kaldığını ortaya koy-

BF 15 muşlardı. Dahası var: Uzay ve devinimin görecel yorumunda estetik bir çekiciliğin olabileceğine de değinerek ileriki bir gelişmeyi sezinlediklerini göstermişlerdi. Ancak onların eleştirisi mantıksal düzeydeydi. Arzın sabitliğine ilişkin Aristoteles'in kanıtlamalarını eleştiren ilk Kopemik'ciler gibi, bunlar da, görecel yoruma geçişin gözlemsel sonuçları olabileceğini akıllarından bile geçirmiyorlardı. Görüşlerini hiçbir noktada Newton teorisinin doğaya uygulanmasıyla ortaya çıkan bir soruna ilişkin görmüyorlardı. Bu yüzden de kendileriyle birlikte görüşleri de ortadan silindi. Ancak 19'uncu yüzyıl sonlarında canlanma olanağı buldu bu görüşler.

Görecel uzay felsefesinin çözüm getirdiği teknik problemin nonnal bilime girişi 1815'ten sonra ışığın dalga teorisinin benimsenmesiyle başlar: ama bunalıma dönüşmesi l890'lan bekler. Işık, özellikleri mekanik olan bir esir'de Newton yasalarına göre dalgasal biçimde deviniyorsa, o zaman, göksel gözlemlerle yeryüzündeki deneylerin esirde bir sürüklenişin varlığını ortaya koyması beklenir. Göksel gözlemlerden yalnız sapmalara ilişkin olanlar yeterince güvenilir bilgi sağlayıcı nitelikteydi. Bu nedenle de esir-sürüklenişini sapma ölçümleriyle belirleme normal bilimin sorunlarından biri sayıldı; sorunu çözmek için pek çok özel araç yapıldı. Ama bunların hiçbiri gözlenebilir bir sürüklenişi ortaya koymadı. Böylece sorun deneycilerin elinden kuramcıların eline geçti. Yüzyılın ortalarında Fresnel. Stokes gibi kimi bilim adamları esir teorisinde sayısız değişikliklere giderek sürüklenişin gözlemlenmesindeki başarısızlığı açıklamaya çalıştılar. Teorinin her yeni yorumu, devinen her nesnenin bir parça esiri birlikte sürüklediği varsayımına dayanıyordu. Yorumların hepsi de yalnız göksel gözlemlerin değil yersel deneylerin de, bu arada, ünlü Michelson-Morley deneyinin de, olumsuz sonuçlarını açıklamaya yetecek güçteydi. Birbirini tutmayan bu yorumlar dışında henüz sarsıcı bir çatışma yoktu. Gerekli deneysel tekniklerin yokluğunda böyle bir çatışma kendini duyuramazdı.

Durum Maxwell'in elektromanyetik teorisinin yüzyılın son yirmi yılında benimsenmesiyle ancak değişmeye yüz tutar. Maxwell'in kendisi aslında Newton geleneği dışında değildi. Işık, ve genel olarak elektromanyetizmin oluşumunu mekanik bir esir'in parçacıklarının değişken yer değiştirmesine bağlıyordu. Elektrik ve manyetizm üzerindeki teorisi başlangıçta bu ortama (yani esire) bir takım hipotetik özellikler yüklemekten geri kalmamıştı. Gerçi daha sonra teorisini bunlardan ayıkladı o; fakat gene de, teorisinde Newton mekaniği ile bağdaşmaz bir yan görmüyordu. Onun ve onu izleyenler için önemli olan bu mekaniğe uygun bir yorum bulmaktı. Ne var ki, bilim tarihinde pek çok kez görüldüğü gibi, istenen yorumu oluşturmak sanıldığı kadar kolay olmamıştır.

Kopemik'in astronomiye ilişkin önerisi kendisinin iyimserliğine karşın, nasıl devinim teorileri için giderek artan bir bunalım yaratmışsa, M^axwell teorisi de, Newton mekaniğinden kaynaklanmasına karşın. o temel görüşü bunalıma itmiştir. Üstelik bunalım en keskin biçimde kendini, yukarda sözünü ettiğimiz sorunda, yani esire göre devinimde ortaya koymuştur.

Devinim halinde olan nesnelerin elektromanyetik davranışları üzerindeki Maxwell tartışmasında esir sürüklenişine ilişkin herhangi bir yollama göze çarpmaz. Gerçekten, öyle bir kavramı onun teorisine sokma girişimi büyük güçlükle karşılaşmıştır. Bunun bir sonucu olarak, esirde bir sürüklenişi belirleme yolunda daha önce yapılmış bir dizi gözlem açıklamasız kaldı. Bu nedenle de, 1890'ı izleyen yıllarda, esire göre devinimi belirlemeyi ve esir-sürüklenişini Maxwell teorisine sokmayı amaçlayan hem deneysel hem kuramsal yoğun girişimlere tanık olmaktayız. Deneysel girişimler hemen tümüyle başarısız kaldı denebilir. Kuramsal düzeyde ise, özellikle Lorentz ile Fitzgerald'ın girişimlerinde, birtakım umut verici başlangıçlara karşın, başka güçlükler ortaya çıkar; üstelik bunalım dönemlerine özgü birbiriyle yarışan teorilerin ortalığı kapladığı görülür. İşte 1905'te Einstein'ın Özel Görecelik teorisi böyle bir ortamda ortaya çıkmıştır.

Ele aldığımız örneklerin üçü de tipik özellikler taşımaktadır. Üçünde de, yeni bir teorinin ortaya çıkışı normal problem-çözme uğraşında karşılaşılan kesin başarısızlığı izlemiştir. Gene üçünde de, bu başarısızlıkla birlikte giden bir teori enflasyonu göze çarpar. Yalnız Kopernik devriminde farklı olarak dış koşulların önemli rol oynadığı unutulmamalıdır. Genellikle

bunalımın ilk on ile yirmi yılında ortaya çıkan teori, bunalıma doğrudan bir yanıt niteliğindedir. Tipik olduğu kuşkulu olmakla beraber, bir de şu var; çözümü başarısız kalan problemler öteden beri bilinen türden problemlerdi. Bunalım öncesi dönemde sanki bu problemler gerçekten çözülmüş görünümündeydi. Bu nedenledir ki, başarısızlık kanısı, bir kez uyanmasın, artık önünü almaya olanak yok, tüm keskinliği ile kendini gösterir. Yeni bir problemi çözmede uğranılan başarısızlık çoğu kez hayal kırıcıdır, ama asla şaşırtıcı değildir. Pek az problem hemen çözüme elverişlidir. Ele aldığımız örneklerin bir ortak özelliği daha var ki yeni bir teoriye ulaşmada bunalımın rolünü çok belirgin bir biçimde ortaya koymaktadır; bir alanda bunalım ortaya çıkmadan, bunalıma yol açan problemlerin çözümünü tümüyle olmasa bile bir ölçüde haber verenler daima çıkar. Ancak önerilen bu çözümler bunalım patlak verinceye dek gözden uzak kalır, çoğu kez.

Bilim tarihinde daha sonraki bir çözümü en tam biçimiyle ortaya koyuşun en ünlü örneğini İ.Ö. üçüncü yüzyılda Aristarchus vermiştir. Antik Yunan bilimi olduğundan daha az dedüktif ve dogmatik olsaydı, Kopernik'in güneş merkezli (heliocentric) astronomisi 1800 yıl önce kurulmuş olurdu, diye çok yaygın bir kanı vardır. Ne var ki bu, tarihsel gelişmeyi yanlış değerlendirmekten kaynaklanan bir kanıdır. Aristarchus görüşünü ortaya koyduğunda, sağduyuya daha uygun gelen yer-merkezli sistemde o görüşü gerektiren hiçbir yetersizlik söz konusu değildi. Ptolemy astronomisinin egemenlik kazanışından yıkılışına dek tüm gelişmesi Aristarchus'un önerisini izleyen yüzyıllarda yer almıştır. üstelik Aristarchus'u önemsemek için ortada bir neden de yoktu. Kopernik'in çok daha yetkin olan teorisi bile Ptolemy sisteminden daha basit, hatta daha doğru değildi. Elde var olan gözlemsel testler iki teori arasında bir seçmeye olanak vermiyordu. Bu koşullar altında astronomları Kopernik'e yönelten etkenlerden biri (ki bu etken onları Aristarchus'a yöneltemezdi) güneş merkezli teoriye yol açan bunalımın kendisi olmuştur. Ptolemy astronomisi problemlerini çözmede yetersizliğe düşmüş; yeni bir teoriyi denemenin zamanı gelmişti. Öteki iki örneğimizde bu ölçüde tam sayılacak çözüm önerilerine rastlamamaktayız. Ama 17'nci yüzyılda Rey, Hooke ve Mayow gibi bilim adamlarının geliştirdikleri yanma teorilerinin yankısız kalmasının bir nedeni, kuşkusuz ki, bu teorilerin normal bilim sürecinde bilinen herhangi bir güçlük ya da sorundan kaynaklanmamış olmalarıdır. Bunun gibi, Newton'u görecel

açıdan eleştiren Leibniz, Berkeley gibi düşünürlerin 18'inci ve 19’uncu yüzyıl bilim adamları üzerinde etkisiz kalmaları da gene gerçek sorunlarla temas yokluğu ile açıklanabilir.

Bilim felsefecileri aynı olgusal verilerin değişik teorilerle açıklanabileceğini her fırsatta vurgulamışlardır. Bilim tarihi de, yeni bir temel-görüşün özellikle ilk gelişim aşamalarında, değişik teoriler icat etmenin hiç de zor olmadığını göstermektedir. Ancak böyle değişik teoriler ortaya koymayı bilim adamları, bunalım dönemleri dışında, pek istemezler. Bir teori kendi kapsamına giren güçlüklere ve problemlere çözüm getirmede yetersizliğe düşmediği sürece, teorinin egemen olduğu alanda bilim, ilerlemesini hızlı ve etkin bir biçimde sürdürür. Bunun nedeni açıktır. Fabrika üretiminde olduğu gibi bilimde de kesin gereklilik doğmadıkça araçları değiştirme savurganlık olmaktan ileri geçmez. Bilimde bunalımın önemi, araçları yenilemenin zamanının geldiği işaretini vermesidir.

Ek 13:
BİLİMSEL METODUN KÖKENİ VE NİTELİĞİ[102]
B. Russell

Pek çok şey gibi bilim de başlangıçta yavaş adımlarla ilerlemiş, 17'nci yüzyıla gelinceye kadar, hızlı bir gelişme temposuna girmemiştir. Şimdi ise çağımızın en belirgin özelliğini bilimin oluşturduğu kesinlikle söylenebilir. Yaşadığımız dönemi iyi ya da kötü yönden hem antik dünyadan hem de Ortaçağ yüzyıllarından ayıran özelliği yalnız bilimde bulmaktayız.

Bilimi, gözlem ve deneyim yoluyla nedensel yasalar bulma uğraşı diye tanımlayabiliriz. Bu yasalar nitelik değil nicelik türünden terimlerle dile getirildiğinde daha değerli görülür. Gözleme dayanmayan matematik ilk büyük gelişimini eski Yunanlılara borçludur. Yunanlıların tek başarılı oldukları gözlemsel bilim ise olguları belli düzenlere bağlı, salt geometriye geniş uygulama olanağı veren astronomi olmuştur. Düzensiz ve periyodik olmayan olguların bilimsel incelemesi ise Galileo'yu beklemiştir. Ondan önce insanoğlu değişmezlik yasalarını bulmaya çalışmıştı. Son üç yüz yılda ise bilim daha çok değişme yasalarını bulmaya yönelmiştir. Öte yandan, Bacon'dan günümüze dek, bilime verilen değer, salt bilgi olmasından çok bir güç kaynağı sayılmasına dayanmıştır. Önce cansız dünyayı etkinliğine alan bilim giderek egemenliğini bitki ve hayvanlar dünyasında, şimdi de insan toplumları üzerinde kurmaya başlamıştır.

Bilim Avrupa'nın bir ürünüdür. Bildiğim kadarı ile buna önemli sayılabilecek tek istisna, Babil'lerin güneş ve ay tutulmalarını önceden kestirmeye ilişkin buluşlarıdır. Büyük buluşların hemen % 90'ını, birkaç ülkenin (İtalya, Fransa, Hollanda, Britanya ve Almanya) katkısına borçluyuz. Polonya'dan Kopernik. Rusya'dan Mendeleeff ve Pavlov çıkmıştır. Bütünüyle bakıldığında, Doğu Avrupa'nın katkısının pek büyük olduğu söylenemez. Batı Avrupa kesiminde, ünlü bilginlerin doğum yerlerini gösteren bir haritadan kolayca anlaşılacağı üzere, bilimsel gelişme ile ticaret ve endüstri arasında yakın bir ilişki vardır. Ancak ticaretin bizi

mutlaka bilime götüreceğini söylemek yanlış olur. Nitekim ticaretin çok ileri olduğu Fenike ve Kartaca'da bilim diyebileceğimiz bir şey göze çarpmamaktadır. Araplara gelince, gerçi onlar bir tür bilimde önemli ilerlemeler kaydettiler; ne var ki, Batı Avrupa’da l600'den sonra ortaya çıkan buluşlarla boy ölçüşebilecek bir varlık gösterdikleri söylenemez. Demek istediğim, 17'nci yüzyıldaki bilimsel atılımı birtakım sosyal ve ekonomik koşulların kaçınılmaz sonucu saymak yanlıştır. Üstün yetenekli kişilerin ortaya çıkması da gerekliydi. Şu andaki bilgimizle, bu tür yeteneklerin neden o dönemde ve saydığımız o ülkelerde ortaya çıktığını açıklayabilecek güçte değiliz. Bu olgunun ırkla bir ilişkisi olmadığını kesinlikle söyleyebiliriz. Batıda yaşayan fakat ayrı bir ırktan gelen Yahudiler arasından da pek çok bilim adamının çıkmış olması, nedenin ırk olmadığını göstermeye yeter.

Modern bilimin ortaya çıkışında ekonomik koşulların önemi o denli vurgulanmıştır ki, entelektüel koşulların önemi çoğu kez gözden kaçırılmıştır. Şimdi bir an bilime yol açan sosyal koşulları bir yana bırakarak bilimsel yöntemin kendisini ele alalım.

Burada temel nitelik hipotez ve gözlemin yakın ilişkisinde saklıdır. Eski Yunanlılar hipotez yönünden son derece verimli, gözlem yönünden tam tersine son derece yetersizdiler. Örneğin, Aristoteles kadınların erkeklerden daha az dişe sahip olduğunu söylüyordu; oysa, gözleme gereğince saygı besleseydi böyle bir yanılgıya düşmezdi. öte yandan Francis Bacon olgu toplama işine gereğinden fazla önem vermiştir; yeterince toplanan olguların kendiliğinden bizi bilimsel açıklamalara götüreceğini sanıyordu. Oysa, olgular o denli çok, olguları sınıflamanın yolları öylesine çeşitli ki, bir hipotezin ışığından yararlanmaksızın hiç kimse işe yarar olgu toplayamaz. İşe yarar olgu bir hipoteze ilişkin olan olgudur. Herhangi bir bilimsel araştırmada, ilk adımlardan başlayarak, bilim adamı gözlemlerini yönlendirecek birtakım genelleyici hipotezlerle yola çıkmak zorundadır. Söylemeye gerek yok: bilim adamı yeni olgular-karşısında yetersiz kalan hipotezlerini sürekli geliştirmekten, ya da tümüyle değiştirmekten istese de kaçamaz.

Genellikle, hipotez kurma işinin bilimsel araştırmada en güç adımı oluşturduğu söylenir; bu belki de çok yoğun bir bilim eğitiminden geçmiş

olanlar için doğrudur. Ne var ki, tarihsel açıdan bakınca, olgulara saygılı davranışın parlak teoriler icat etmekten daha güç olduğu görülür. Bu ülkede (İngiltere) yaşayanların hâlâ büyük bir bölümü mayıs ayında doğanların nasır çıkarmaya özellikle eğilimli olduklarına inanır. Aynı şekilde, ayın havayı etkilediği, yeni aya cam arkasından bakmanın tehlikeli olduğu çok yaygın inançlar arasındadır. Bu teorilere inananların hiçbiri onları doğrulamayı gerekli görmez. Ortaçağ yorumlayıcılarının elinden geçen Aristoteles fiziği kapsam yönünden Galileo'yu çok aşan birtakım teorileri içeriyordu. Olgulara ters düşme dışında o teorilere bir kusur bulunamaz. Calileo'nun Aristotelesçi düşmanları gözünde ise bu bir kusur değildi. Galileo Jüpiter'in uydularını bulunca da, gök cisimlerinin sayısının yediden fazla olamayacağı gerekçesiyle ona inanmadılar. İşte bu nedenle başlangıçta olguya saygının yetkin hipotezler oluşturmaktan bile güç olduğunu sanıyorum. Oysa, yetkin ve güçlü olduğu sonra anlaşılan hipotezleri başlangıçta akla yakın bulmamız pek az rastlanan bir olaydır.

Hipoteze gereğince değer vermeyen Francis Bacon'un tam tersine, bilim tarihi en kötü hipotezin bile hiç yoktan daha iyi olduğunu gösteriyor. Kimyanın başlangıç dönemlerinde filozofun taşı'nı bulma, bayağı madeni altına dönüştürme çalışmaları ağırlık taşıyordu. Bu çabalar, bilimsel yöntemin astronomide bulamadığımız temel öğelerinden birini oluşturdu: Deney. Astronomi ise pasif gözlemleme ile yetinmek zorunda idi. Ortaçağ kimyacıları aşırı umutlarla işe koyulmamış olsalardı, doğanın kendiliğinden vermeyeceği, ancak yapay koşullar altında gözlenebilme olanağı taşıyan bir sürü olgunun birikmesi için gerekli sabrı gösteremezlerdi. Arapların İskenderiye'den, Hıristiyanların da Araplardan devir aldıkları bu birikim çokça ayrıntılı bilgi içermekle birlikte, 18'inci yüzyıl sonlarına doğru Priestley ile Lavoisier'e gelinceye dek bilimsel yönden sistematik diyebileceğimiz bir bilgi sağlamaktan uzak kalmıştır. Kimyasal elementlerin karışık çeşitliğini birleştirici bir teori altında tek bir düzene bağlama işi ise günümüzü beklemiştir. Yalnız bu da değil: elementlerin dönüştürülmesi de ancak günümüzde pratik olanak kazanmıştır. Bir olanak ki, insanlığın yok olma tehlikesini taşıyor!

Bilimsel araştırma birtakım önyargıların engellerine de uğramıştır; bu özellikle insana ilişkin konularda kendini göstermiştir. Tüm Ortaçağ boyunca cesetlerin teşrihinin günah sayılması anatominin gelişmesini

engellemiştir. V. Charles ve II. Philip dönemlerinde saray hekimi olan Vesalius, kraliyetin koruyuculuğuna sığınarak bu engeli aşma girişiminde bulunur. Fakat düşmanları onu canlı bir vücut üzerinde teşrih yapmış olmakla suçlarlar; işlediği günahın bağışlanması için Kutsal Toprakları (yani Kudüs'ü) ziyarete gitmesi buyurulur kendisine. Dönüşünde içinde olduğu gemi fırtınada parçalanır, Vesalius hayatını kaybeder. daha birkaç yıl önce Çin'e bir tıp fakültesi kurmak için çağrılan bir Fransız cerrahı teşrih için ceset ister. Çinliler ceset kesmenin günah olduğunu, isterse ona bu amaçla hapse mahkûm olmuş suçluları getirebileceklerini söylerler. Her iki hikâyede de, bilimsel çalışmaya karşı çıkanları engelleri görüyoruz.

Batı Avrupalılar ile etnik kökenleri ne olursa olsun ataları Batı Avrupa'da yaşamış Amerikalılar. son üç yüzyıl boyunca bilimde sürdürdükleri egemenlik nedeniyle tüm dünyada hiçbir çağda eşi görülmemiş bir üstünlük sağlamışlardır. Ne var ki, bu tekelci egemenliğin sürüp gideceği beklenemez. Gerçi Japon meydan okuyuşu sonuçsuz kaldıysa da Avrupa'nın Asya'daki egemenliği silinmeye yüz tutmuştur. Siyasal bağımsızlıkla birlikte Asya ülkelerinde bilimin bir atılım göstereceğini bekleyebiliriz. Bilimsel yöntem öylesine gelişmiştir, ki. artık önemli bilimsel çalışmalar için bilim öncülerinin dehasına gerek yoktur günümüzde. Yeterince sabır gösterebilen ortalama zekâ düzeyinde hemen herkes, gerekli araç ve gereç olanakları varsa, bir şeyler bulabileceğine emin olabilir ve bulduğu şeyler üstelik beklenmedik ölçüde önemli olabilir. Örneğin Mendel'in buluşu için olağanüstü bir yeteneğin gerektiğini sanmıyorum. Oysa bu buluş (kalıtım teorisi) bilimsel tarımda ve hayvancılıkta, köklü bir dönüşüme yol açtığı gibi, gelecekte belki de insanoğlunun doğuştan getirdiği özelliklerini büyük ölçüde değiştirmeye yarayacaktır. Bilim ilerledikçe, yeni buluşlara ulaşma daha kolaylaşmaktadır. Bu nedenledir ki, bilimde ilerleme temposunun 17'nci yüzyıldan beri artan bir hızla sürdüğünü görmekteyiz.

Bilim, ilerlemesini engelleyen önyargıları zamanla yendiyse bunun başlıca nedeni bir güç kaynağı olmasıdır; özellikle savaş gücünü arttırmadaki etkinliği onu vazgeçilmez yapmıştır. Archimedes, ki eski Yunanlılar içinde deneysel çalışan tek bilim adamı oydu, Siraküz'ün savunmasında son derece yararlı olmuştu. Leonardo da Vinci, tahkimat konusu üzerindeki bilgisi nedeniyle. Milano Dükü'nün yanında iş bulmuştu. Galileo da aynı nedenle Tuscany Büyük Dükü'nün desteğini kazanmıştı. Mermiler üzerindeki

araştırmaları topçuluğun daha etkili kılınmasını sağlayıcı nitelikte idi. Fransız Devriminde. Fransız bilim adamları, ülkelerinin düşmanlara karşı savunulmasında yaşamsal rol oynadılar. Son dünya savaşında Japonları yenilgiye uğratan şey de Amerikalıların bilimsel üstünlüğünden başka bir şey değildi. işte daha çok bu nedenlerle bilimsel araştırma yöntem ve tekniğine karşı artık pek az muhalefet kalmıştır.

Ama unutulmaması gereken şey şudur: Bilgelikle birleşmeyen kudret tehlikelidir ve çağımız için gerekli olan şey de bilgiden çok bilgeliktir. Bilgelikle birleştiğinde bilimin sağladığı kudret tüm insanlığa büyük ölçüde refah ve mutluluk getirebilir; bilgelikten yoksun bilim ise yalnızca yıkıma yol açabilir.

Ek 14:
BİLİM ANLAYIŞIMIZDA İKİ YAKLAŞIM[103]
P. B. Medawar

Bilimsel yaşamın ve bilimsel araştırma amacının değerlendirmesini içeren birbirinden tümüyle ayrı iki anlayış üzerinde durmak istiyorum. Tartışmaya açıklık vermek için aralarındaki farkı abartmaktan kaçınmayacağım. Aslında pek az insanda salt birinin veya ötekinin benimsendiğini görürüz.

Görüşlerden birine göre, bilimin başlıca özelliği imgesel bir araştırma eylemi olmasıdır; bu eylemde bilim adamı entelektüel bir serüven içindedir. Sezgi, bilimsel atılımın itici gücünü sağlar. Bilim adamının en yüce başarısı yeni düşünceler oluşturmakta kendini gösterir; bu düşüncelerin işlenmesi ve eleştirisi son derece önemli olmakla birlikte ikinci derece bir iştir. Salt bilimin kendi dışında bir gerekçesi yoktur; yararlı olup olmaması değerinin bir ölçütü değildir.

Coleridge, ilk bilim adamı. bir nesneye acaba bu bana yiyecek, giyecek, barınak, araç, oyuncak veya silah sağlar mı diye değil, salt öğrenme, bilme, merakını doyurma amacı ile yaklaşmış olan kişidir, der.

Başka bir ozan, Shelley'in de, haklı olarak dediği gibi bilim ile şiir geniş anlamda ortak kökenlidir. Şiir gibi bilim de, her türlü yaşam sıkıntısı ve yarar kaygısı dışında, tam bir özgürlük ortamında yeşerme gücü gösterebilir. Ozan gibi bilim adamı da imgesinin sürüklediği yere gitmelidir. Bu yolda yıllarca süren emeği bir sonuç vermese bile, uğraşısı, gene saygınlığını korumalı, hatta belki daha soylu sayılmalıdır. Günümüzde araştırma kurumları ve güçlü vakıflar, geçmişteki varlıklı patronlar gibi, projeleri değil kişileri desteklemelidir. Bilim tarihi, büyük ölçüde yaratıcı kişilerin, deha sahibi bireylerin bir hikayesi değil midir?

İkinci görüşü ise şöyle açıklayabiliriz: Bilim her şeyden önce eleştirisel ve çözümleyici bir etkinliktir. Bilim adamı çekingendir; yeterince kanıt olmadıkça hiçbir düşünce ve yargı ileri sürmez; olur olmaz şeye de kanıt

diye bakmaz. imge dediğimiz bir katalizör olmaktan ileri bir şey değildir: düşünceyi hızlandım, ama onu ne başlatabilir, ne de yönlendirebilir. Üstelik başıboş da kalmamalı, şüpheye yer veren, duygusallıktan arınmış bir düşünme alışkanlığının sürekli denetiminde tutulmalıdır. Shelley'in çok yerinde söylediği gibi bilim ile şiir birbirine ters düşen uğraşılardır[104]. Bilimsel araştırmanın amacı insan bilgisini ve anlayışını genişletmektir; başarısının nesnel ölçüsü yalnızca sağladığı yarardır. Bilimde özgürlüğün önemine gelince, bilimin gereksinmelerinin baskısında ne denli iyi gelişebileceğini iki dünya savaşı çok açık bir biçimde göstermiştir. İşini bilen patronlar bilimi desteklerken kişilere değil, projelere, bireysel atılımlara değil grup çalışmalarına yönelmelidirler. Çağdaş bilim, yeteneklerin uyum içinde birleşmesini gerektirmektedir. Tek başına girişimlerin günü geçmişte kalmıştır. Artık bir bilim adamının hiçbir sonuç alamayacağı bir konuda yıllarını tüketmesine göz yumulamaz.

Görüşlerden birincisine olduğundan daha fazla romantik bir görünüm verdim: ikincisini olduğundan fazla katı, gerçekçi gösterdim. Dengeyi yeniden sağlamak için aralarındaki ayrımı başka bir açıdan, ve kanımca daha köklü bir biçimde belirtmek istiyorum.

Romantik anlayışta, doğru, gözlemcinin kafasında biçimlenen bir niteliktir: bilim adamını doğru olanı bulmaya iten şey imgesel gücüyle doğru diye kavradığı şeydir. Bu nedenle bilimdeki her ilerleme kurgusal düzeyde bir serüvenin, bilinmeyene bir atılımın sonucudur. Oysa gerçekçi dediğimiz öteki anlayışa göre, doğru doğadadır, ona ancak kanıtsal verilere dayanılarak ulaşılabilir. Anlamanın yolu düpedüz duyu verilerinden geçer: bilim adamının görevi temelde olup biteni açık seçik algılamaktır. Bu açık seçik algılama eylemi, imgeye dayanmayan fakat imgenin yardım edebileceği bir Metot'la yürütülebilir. Başka bir deyişle, bizi doğruya Bilimsel Metot ulaştırır.

Bu iki görüş, yaptığımız karşılaştırmada birbirine ters düştüğü ölçüde, birlikte doğru olmalarına olanak yoktur. Ne var ki, bilimsel araştırma yapmış, ya da bu konuda derinlemesine kafa yormuş herkes bilir ki, her iki görüşte de azımsanmayacak gerçek payı vardır. Şöyle ki, bir bilim adamı gerçekten hem yaratıcı hayal gücüne dayanmak, hem eleştirisel ve şüpheci düşünme denetimini kullanmak zorundadır. Bir anlamda özgürdür; başka

bir anlamda düşüncesi son derece sıkı ve belirgin bir disiplin altındadır. Bilimde şiir vardır: ama, bir o kadar da defter-tutma vardır.

Bunda bir çelişki yoktur: öteden beri birbiriyle bağdaşmaz sayılan bu iki sürecin aslında aynı düşünme eyleminde birbirini izleyen, birbirini tamamlayan süreçler olduğu söylenebilir. Bilimsel anlayışın gelişmesindeki her adımda bu iki sürecin, sezgi ile mantıksal düşüncenin, kucaklaştığını göstermek mümkündür. Ne yazık ki, biz İngiltere'de eğitilenler, bilimsel buluş sürecinin, dedüksiyona benzer bir mantıksal yönteme bağlı yürütülebileceği inancını taşırız. İndüksiyon denen bu yöntemle, duyu verilerimizden kaynaklanan birtakım olgulardan hareket ederek genel yasaların doğruluğuna eriştiğimiz söylenir. Dedüksiyon gibi indüksiyona mantıksal düşünmenin düzeneği gözüyle bakılmıştır. John Stuart Mill'in bilim metodolojisi ile yaygınlık kazanan bu yanlış anlayış, neyse ki, bilimsel araştırma süreçlerinde etkin olmaktan uzak kalmıştır. Mill'in damgasını taşıyan indüksiyonun başta gelen kusuru, düşüncemizin buluş ve ispat süreçleri arasındaki ayırımı gözden kaçırmış olmasıdır. Mill'in içine düştüğü hatayı beklenmeyen bir şey saymamak gerekir, çünkü onun örnek aldığı dedüksiyon (ki geçerli ve sağlıklı düşünmenin örnek yöntemidir), da buluş ve ispat aynı düşünme eylemine bağlıdır. Bu yöntemle doğru öncüllerden kalktığımızda, çıkarım kurallarını doğru uygulama koşuluyla, zorunlu olarak doğru sonuçlara ulaşılır. Böylece bulunan teorem aynı zamanda ispat edilmiş demektir. Mill, indüksiyonun da bu iki işlevi birden yerine getirebileceğini sanmıştır. Oysa görmemiştir ki, mantıksal düşünme ister dedüksiyon ister indüksiyon biçiminde olsun, yalnız ispat veya doğrulama işlevini üstlenebilir; bir hipotezin kökeni veya ortaya çıkışı ise tümüyle mantık dışında kalan bir sorundur.

Şimdi, indüksiyonu bir yana itip, bir hipotezi oluşturma ile onu doğrulama süreçleri arasındaki ayırımı göz önünde tutarsak, yukarda değindiğim görünürdeki çelişki kendiliğinden ortadan kalkar. Kuşkusuz, yeni bir düşünce veya hipotez oluşturma, imgesel bir eylem olup bir kişinin tek başına başarabileceği bir iştir. O düşünce veya hipotezi doğrulama ise pek çok kişinin katkısına yer veren ve acımasızca yürütülen eleştirel bir eylemdir. Bilimsel eleştirinin aldığı biçim de bilinmeyen bir şey değildir: deney. Ancak bu deney, Bacon'ın anladığı anlamda doğada olup bitenler üzerindeki bilgilerini artırma yolunda başvurulan türden deney değildir.

Eleştirinin kendisi olan bu deney modern anlamında hipotez test etme eylemidir. Bacon, pek yerinde olarak, olgular üzerinde boş tartışmaları bırakıp deneyler yapmayı öneriyordu. Onun deney dediği “Şunu yaparsam, sonuç ne olur acaba?” türünden sorulan cevaplamaya yönelik deneylerdi. Başka bir deyişle onun deneyi eleştirel bir işlevi değil. buluşa yönelik bir işlevi içeriyordu.

Bilimsel düşünmede bulduğumuz yaratıcı ve eleştirisel öğeler arasındaki bu ayırım mantıksal düzeyde bir saptamadır. Uygulamada, iki süreç o denli iç içe ve birbirini bütünleyicidir ki, aradaki farkı görmek kolay değildir. Gerçi, bilim kafası için hem yaratıcı imge hem eleştirisel düşünme vazgeçilmez gereklerdir. Ne var ki, bu yetenekleri pek az kimsede aynı derecede gelişmiş buluruz. Öte yandan yeteneklerden birinde veya diğerinde aşırılığa kaçmayı da meslek çevresi hoş karşılamaz. Vaktini başkalarının düşüncelerini eleştirmeye harcayan bilim adamına, kendi düşüncesi yok diye, kuşkuyla bakıldığı gibi, durmadan yeni düşünceler üreten ama çok geçmeden ilgisini yitirip bunları deneme ihtiyacı duymayan bilim adamına da çekilmez bir lafazan gözüyle bakılır.

Ana çizgileri ile belirttiğim iki görüşü kapsamında bağdaştıran, daha da ileri giderek birleştiren, genel bilim anlayışına “hipotetik-dedüktif' anlayış diyenler var. Bu anlayışı mantıksal yapısı ve geniş bilimsel içerikleri ile bize anlamlı kılmada başlıca rolü Karl Popper'in *Logik der Forschung*. 1934 (İngilizce çevirisi: The Logic of Scientific Descovery) adlı yapıtı oynamıştır.

Hipotetik-dedüktif sistem üzerine söylediğim her şey genellikle “temel” ya da “teorik” denen bilimlere olduğu kadar “uygulamalı” bilimlere de uygun düşmektedir. İmgesel tahmin ve eleştirisel deneyim diye belirlediğimiz bilimsel düşünme biçimini, hastasını iyileştirmeye çalışan bir hekimin ya da, çalışmayan bir otomobilin arızasını bulmaya çabalayan bir motor tamircisinin yaklaşımında da bulmaktayız. Hekim de, Darwin gibi, kendini indüktif düşünen iyi bir Bacon'cı sayabilir. Ne var ki, ne Darwin'in ne de kendisinin Ba-con'ın betimlediği türden bir indüktif düşünme yöntemi kullandığı söylenemez.

Ek 15:
FİZİKSEL BİLİMLERDE MATEMATİK[105]
Freeman J. Dyson (1964)

l910'da matematikçi Oswald Weblen ile fizikçi James Jeans, Princeton Üniversitesi'nde ders programının reformu üzerinde görüşüyorlardı. Jeans, “Programdan grup teorisini çıkarabiliriz; bu, fizikte gereği hiçbir zaman duyulmayacak bir konudur,” der. Weblen‘in bu görüşe karşı çıkıp çıkmadığı, ya da grup teorisini salt matematik açısından savunup savunmadığı kayıtlarda görünmemektedir. Bilinen şey, grup teorisi öğretiminin sürdürüldüğüdür. Jeans'in önerisinin benimsenmemiş olması Princeton'da bilimin gelişme tarihinde oldukça önemli bir olaydır. İlginç olan şu ki, söz konusu teori fizikte giderek çok önemli bir yer tutar; günümüzde doğanın temel parçacıklarını anlama çabasında olan biz fizikçilerin düşüncesine egemen olur. 1920'den günümüze değin fizikte grup teorisinin öncülüğünü üstlenen Hermann Weyl ile Eugene P. Wigner çapındaki iki bilim adamının Princeton'da olmalarını da bir rastlantı saymamalıyız.

Bu küçük hikâyeden öğreneceğimiz birkaç nokta var. İlk nokta, bilim adamlarının kendi alanları dışında kalan konularda uluorta birtakım yargılardan kaçınmaları gereğidir. Tepeden inme yargıların olumsuz sonuçlarına Jeans'in meslek yaşamında çarpıcı bir örnek bulmaktayız. Andığımız görüşmeyle başlayan talihsiz gelişme, bilim adamı olarak saygınlığını yitirmesiyle son bulur: Ünlü bilim adamı başarılı popüler bir yazara, bir radyo konuşmacısına dönüşür; sonunda din ve felsefede yüzeysel kimi çalışmalara yönelir; “Sir” unvanını alarak bilimden elini eteğini çeker.

Ne var ki, Jeans'in izlediği bu düşüş çizgisini hafife almamalıyız. Aynı yola biz de girebiliriz. Unutmamak gerekir ki, l910'da Jeans saygın bir fizikçi idi. (Gerçi Princeton, sözde Gothik mimarlıkta olduğu gibi. Akademik unvanlarda da İngiliz geleneğine uyarak ona uygulamalı matematik

profesörlüğü unvanı vermişti.) Meslektaşlarının hiçbirinden ne daha yeteneksiz, ne de daha bilgisiz sayılabilirdi. O dönemde fizikle grup teorisinin birleşmesinden bu ölçüde verimli sonuç alınabileceği pek az kimsenin aklından geçebilirdi:"

Olaydan öğrendiğimiz ikinci nokta, bilimin geleceğinin önceden kestirilemeyeceğidir. Matematiğin fizik bilimlerindeki yeri, tanımsal bir belirlemeyle öyle kesip atılacak bir konu değildir. Matematikle bilim arasındaki ilişki bilimin dokusu kadar zengin ve çeşitlidir.

Fiziğin uzun ve çetrefil giden tarihi boyunca değişmeyen bir etken varsa, o da, matematiksel imgenin tuttuğu önemli yerdir. Bilimde her yüzyılın çabası değişik bir konuya yöneliktir. Matematik de kendine özgü bir gelişme çizgisi izler. Ancak her dönemde fizik anlayışımızdaki önemli gelişmeler daima empirik gözlemlerle salt matematiksel sezginin el ele vermesine dayanmıştır. Fizikçi için matematik yalnızca olguları hesaplamada kullandığı bir araç değildir; yeni teorileri oluşturmada başvurduğu kavram ve ilkelerin başlıca kaynağıdır da. Yüzyıllar boyunca fiziksel evrenin davranışını yansıtmada matematiğin sergilediği güç, fizikçiler için hayret kaynağıdır. Gezegenlerin devinim yasalarını bulan XVII. yüzyılın büyük astronomu Johannes Kepler hayretini teolojik terimlerle şöyle dile getirir: “Görülüyor ki, Tanrı'nın kendisi eli boş durmayacak kadar iyilikseverliğini ortaya koyarak dünyaya kendi görüntüsünün damgasını vurmuştur. Bu nedenledir ki, tüm doğa ile yüce göklerin geometri sanatında simgeleştiğini söyleyebilirim.” XIX yüzyılda, radyo dalgalarının varlığını ortaya çıkararak James Clerk Maxwell'in elektro-manyetik denklemlerini doğrulayan Alman fizikçisi Heinrich Hertz matematiğin “gizemli” saydığı gücü karşısında duyduğu hayreti açığa vurmaktan kendini alamamıştı: “Matematiksel formüllerin bağımsız bir varlığa, kendilerine özgü bir zekâya sahip olduğu gibi görmezlikten gelemeyeceğimiz bir duygu var içimizde; öyle ki, bizden, hatta onları keşfedenlerden daha akıllı görünen bu nesneler, başlangıçta aldıklarından çok daha fazlasını bize geri verecek güçtedir.” Nihayet, bizim daha akılcı sandığımız yüzyılda, modern matematiğin göz alıcı başarılan karşısında şaşkınlığını gizlemeyen Eugene Wigner kendine özgü kuru ve yalın deyişiyle, bakın ne diyor: “Biz eline bir deste anahtar verilen bir kimsenin durumundayız. Bu kimse, önündeki bir dizi kapıyı açmaya koyulduğunda, her kapı önünde elini attığı ilk olmazsa ikinci anahtar kilide

uymaktadır. Anahtarlarla kapılar arasındaki bu beklenmedik uyum onu ister istemez kuşkuya düşürecektir."

Şimdi, Kepler'in ya da Hertz'in matematiği ile Wigner'in matematiği arasında pek benzerlik vardır. Kepler, Euclides geometrisi çerçevesinde daire, küre ve düzgün çokgenli nesnelerle ilgileniyordu. Hertz'in kafasında kısmi diferansiyel denklemler vardı. Wigner ise, kuantum mekaniğinde kompleks sayılardan söz ediyor ve kuşkusuz (adını anmaksızın) grup teorisini fiziğin çeşitli dallarına sokmadaki kendi başarılarını göz önünde tutuyordu. Matematiğin birer dalı olan Euclides geometrisi, "kısmı diferansiyel denklemler ve grup teorisi birbirlerinden öylesine farklı ki, her birinin değişik bir matematik" dünyasına aitmiş gibi göründüğü söylenebilir. Oysa, fiziksel evrenimizi anlamada her üçü de yaşamsal değerdedir. Bu gerçekten kimsenin tümüyle kavrayamadığı hayret verici bir olaydır. Bu olaydan güvenle yalnızca bir sonuç çıkarabiliriz: İnsan zekâsı henüz fiziksel dünyayı ya da matematiksel dünyayı ya da ikisi arasındaki ilişkiyi tam anlamaya yaklaşmış değildir.

Bu yazıda, matematiğin fiziğe neden bu denli büyük bir güç sağladığının nedenlerini irdeleme konusunda derin felsefi bir tartışmaya girmeyeceğim. Her yüzyılda, gerçekten felsefi zorluklar içeren sorunlara çözüm getirmek için bilgimizin temellerini yoklama yoluna giden fizikçi sayısı birkaçı geçmez. Yaşadığımız yüzyılda belki de yalnızca Albert Einstein, Hermann Weyl, Niels Bohr, P.W. Bridgman ve Eugene Wigner'in adları verilebilir. İşbaşındaki fizikçilerin geriye kalan büyük çoğunluğu (kendim de dahil) temele inen sorunlarla ilgilenmez. Aynı gözlem matematikçiler için de doğrudur. Fransız matematikçisi Henri Lebesque bunu şöyle dile getirmektedir: “Kanımca, matematikçinin bu kimliğiyle felsefi sorunlarla ilgilenme gereği yoktur; bu görüşü pek çok felsefecinin de paylaştığını biliyoruz."

Biz çoğunluğa gelince, felsefe yapmayı Bohr ve Wigner gibi devlere bırakarak, doğa üzerindeki yüzeysel çalışmalarımızı sürdürmekle yetinmekteyiz. Bu nedenle, matematiksel kavramların fizikte neden bu denli yaşamsal olduğu tartışmasını bir yana bırakıyorum. Yalnızca doğanın matematiksel terimlerle anlaşılabileceği inancını dile getirmekle yetiniyorum. Ele almak istediğim sorun, matematiksel kavramların fizikteki

etkisine ilişkin pratik nitelikte bir sorundur. Matematiğin fiziğe yüklediği estetik ve düşünme ölçütleri nedir? Fiziksel dünyayı anlama çabasında matematiğin hangi dalları önemli görülmektedir? Sözlerimi grup teorisinin fizikte, özellikle temel parçacıklar teorisinin oluşmasında oynadığı role değinerek bağlayacağım...

Günümüz problemlerinin ayrıntılarına girmeden önce, tarihten bazı örnekler getirerek, matematiğe özgü anlayış ve önyargıların fizikteki etkisini göstereceğim. Aslında, teknik nitelikte olan sorunları herkesin anlayabileceği biçimde açıklamak için geçmişe bakma, daha önce olup bitenlerle şimdiki gelişmeler arasında benzerlikler kurma yararlı bir yoldur. Ancak okuyucuyu, bu benzerlikleri gereğinden fazla ciddiye almaması için uyarmak isterim. Bilim adamlarının pek azı bilim tarihini yakından bilir. Kaldı ki, hemen hiçbir fizikçi, araştırmalarında tarihin yol göstericiliğini arama yoluna gitmez. ... Bilimde gerçek başarıya ulaşmak isteyen kişi öncelikle William Blake'in şu sözlerine kulak vermelidir: “Arabanı ve pulluğunu ölülerin kemikleri üzerinde sür.”[106]

Fizikte matematiksel muhayyilenin başarılı uygulamasına en çarpıcı örneği Einstein'ın “Genel Relativite Teorisi” diye bilinen gravitasyon teorisinde bulmaktayız. Einstein teorisini kurmak için Euclides-dışı bir geometriye başvurur. Eğmeçli uzay varsayımına dayanan bu geometri, XIX. yüzyılda oluşturulmuştur. Einstein bildiğimiz fiziksel uzay-zamanı eğmeçli bir uzay olarak yorumlar; öyle ki, fizik yasaları düzlem geometri dışında değişik bir geometrinin önermelerine dönüşür. Başlangıçta tüm bu değişiklik son derece genel ve estetik nitelikte bir yargıya dayanılarak yapılır. Teorinin gözlemsel yoklanması daha sonraki bir iş olmuştur. Gözlem ya da deneyin teorinin oluşturulmasındaki yaratıcı süreçte bir katkısı yoktur. Einstein matematiksel sezgisine o denli güvenle bağlandı ki, teorisinin gözlemsel yoklamasına geçildiğinde, herhangi bir tereddüde düşmemiş, sonucun olumlu çıkacağından kuşku duymamıştır. Sonucun olumlu çıkması diğer fizikçilerin de kendisine katılmasını sağlar.

Genel relativite. “karanlıkta matematiksel bir sıçrama” diyebileceğimiz, fiziksel bir teorinin başta gelen örneğidir. Einstein'ın kendine özgü muhayyilesi olmasaydı, teorinin oluşması belki de daha bir yüzyıl alabilirdi. yüzyılın diğer büyük icadı olan kuantum teorisi için aynı şeyi

söyleyemeyiz. Kuantum mekaniğini, birbirinden bağımsız ve farklı görüşlerden hareket eden Werner Heisenberg ile Erwin Schrödinger oluşturur: Temelde teori birçok kimsenin ortak katkısının bir ürünüdür.

Ne var ki, kuantum mekanikte bile sonuca giden kesin adım matematiksel muhayyilenin cesur bir atılımı ile atılır. Bu atılımı Schrödinger'in çalışmasında çok açık olarak görmekteyiz.

Schrödinger'in çalışması ışık ışınları teorisiyle, parçacık yörüngeleri teorisi arasında bulunan formel matematiksel bir benzerliğe dayanıyordu. (Söz konusu benzerliği 90 yıl önce Irlandalı matematikçi W. R. Harnilton bulmuştu. Işık ışınları teorisinin, Hamilton'dan sonra Maxwell ve Hertz'in kurduğu ışık dalgalan teorisinin özel bir örneği olduğunu fark eden Schrödinger şöyle düşünür: Işık dalgalarının ışık ışınlarına olan ilişkisine benzer bir ilişki parçacık dalgalarıyla parçacık yörüngeleri arasında niçin olmasın? Salt matematiksel olan bu düşünce onu, şimdi kuantum mekaniği dediğimiz parçacık dalgaları teorisini oluşturmaya götürür. Teori hemen, atomların davranışlarına ilişkin deneysel olarak saptanmış olgularla yoklanır; sonuç genel relativitede gördüğümüz başarıdan daha göz alıcı bir başarı sergiler. Fizikte çoğu kez görüldüğü gibi, kimi deneysel verilerle desteklenen genel matematiksel bir akıl-yürütmeye dayalı bir teori, çok sayıda, son derece kesin ve doğru ön-deyilere olanak vermektedir.

Genel relativite ile kuantum mekaniği, matematiksel sezgiyi yaratıcı ve verimli işlevinde açığa vuran iki başarılı girişimdir. Ne yazık ki, madalyonun bir de ters yüzü vardır. Matematiksel sezgi çoğu kez devrimci değil. tutucudur; özgür düşünceye yol açmaktan çok bu yolu tıkayıcıdır. Fiziksel bilimlerin tarihinde bu türden en kötü engeli Aristoteles ile Ptolemy'nin tüm göksel cisimlerin kürelerde dairesel devindiği öğretisini içeren yer-merkezli sistem oluşturmuştur. Aristoteles astronomisi bilime yaklaşık 1800 yıl süren (İ.Ö. 250 – İ.S. 1550) tam karanlık bir dönem yaşatır. Kuşkusuz uzun süren bu durağanlığın birçok nedeni vardı. Ancak başta gelen neden, göksel cisimler için yalnızca küre ve daireyi estetik olarak doyurucu bulan yanlış yolda bir matematiksel sezgiydi.

Ptolemy ay ile gezegenlerin devinimlerini saykil ve episaykillerle açıklıyordu. Başka bir deyişle, bu sistem, birbiri üzerinde devinen değişik büyüklükte daireler içeriyordu. Sistemin en kötü özelliği, olgusal

yanlışlanmaya açık olmamasıydı. Teori ayrı ayrı her gezegenin gözlemlenen devinimine uyacak şekilde özel olarak oluşturulduğundan yanlışlanmaya olanak vermiyordu. ptolemy'nin dönemine gelindiğinde (İ.S. 150), Yunan matematiği yaratıcı gücünü yitirmişti; artık bilimsel muhayyileyi Euclides geometrisinin küre ve dairelerinin kısıtlayıcı baskısından kurtarmaya olanak yoktu. Ne yeni gözlemlerle ne de matematiğin yeni bir atılımıyla rahatsız olmayan 1000 yıllık karanlık dönem kendini sürdürür.

Kepler l604'te gezegen yörüngelerinin elips biçiminde olduğunu keşfedip episiklik kozmolojiyi yıktığında, ona bulgusunu güzel gösteren matematiksel bir önyargısı yoktu. Tam tersine keşfine giden yolu tıkayan Orta Çağ'dan kalma önyargıları vardı. Kepler keşfini, yıllarca didinerek, kolayca kopamadığı bu tür önyargılara karşın gerçekleştirmiştir. Fizikte çığır açmış büyük isimler arasında matematiksel tutuculuk istisna değil genel bir kuraldır. Yeni bir dönemin kapısını aralayan kişi çoğu kez eskinin egemenliğinden tam kurtulmuş değildir. Fizik ve astronomideki büyük keşiflerine matematiksel temel oluşturan kalkülüs'ün babası Isaac Nwton bile düşüncelerini arkaik geometri diliyle açıklamayı yeğlemiştir. Başyapıtı *Principia Mathematica* klasik Yunan geometrisinin diliyle yazılmıştır. Asistanı Henry Pemberton, Newton'un Antik Çağ'ın geometrisine büyük bir hayranlık duyduğundan, o geometriye yeterince uymadığı için kendisini sık sık yerdiğinden söz etmektedir. Newton’un yayınlanmamış notlarını toplayıp incelemeyi kendine yaşam boyu meşgale yapan Lord Keynes, Newton'a ilişkin izlenimlerini şu sözlerle özetler:

“XVIII. yüzyılda ve daha sonra Newton'a modern bilim dünyasının ilk ve en büyük bilim adamı gözüyle bakılmaya başlandı: Bize aklın soğuk ve yalın kurallarıyla doğaya yaklaşmayı öğreten bilim adamı. Ben ona öyle bakmıyorum. Onun l696'da Cambridge'den ayrıldıktan sonra tuttuğu notları gözden geçiren hiç kimsenin de öyle bakabileceğini sanmıyorum. Newton, “akıl çağı”nın ilk büyük bilim adamı değildir. Ona bir bakıma büyücülerin sonuncusu, Babillilerin veya Sümerlilerin sonuncusu diye bakmak daha yerinde olur. Dahası, onu son 10.000 yıllık dönemde entelektüel mirasımızı kurmaya çalışanların gözüyle dış dünyaya ve düşün yaşamına bakan son büyük düşün adamı sayabiliriz...”

Newton'un karakteri, simya ve antik vahiylere olan düşkünlüğü son derece

ilginç bir konudur: ancak burada üzerinde duracağımız şey bu değildir. Bizi ilgilendiren yalnızca onun matematiksel yaklaşımı ve bu yaklaşımın bilimsel çalışması üzerindeki etkisidir. Bu konuda bildiğimiz her şey Keynes'in söylediklerine uymaktadır. Newton'un da Kepler gibi keşiflerini, kendisini içten saran matematiksel önyargılarına karşın gerçekleştirdiği üzerinde pek az kuşku vardır.

Bu ve benzeri tarihsel örneklerden çıkan sonucu kısaca şöyle özetleyebiliriz: Matematiksel sezgi, hem iyi hem de kötüdür; hem fizikte yaratıcı çalışma için vazgeçilmez bir yöntem, hem önyargılarımıza bir sığınak. Bu iki yanlı görünümün nedenini matematiğin doğasında aramak gerekir. Fizik bilgini Emst Mach'ın belirttiği üzere, “Matematiğin gücü gereksiz tüm düşüncelerden sıyrılabilmesine ve düşüncede israfa düşmemek yolundaki üstün becerisine dayanmaktadır.” Fizikçi, matematiği kullanarak teori oluşturur; çünkü, matematik ona başka türlü düşünemeyeceği ilişkileri kurma olanağı sağlar. ... Teori oluşturma sürecinde matematiksel sezginin işlevi, vazgeçilmezdir; şöyle ki, muhayyilenin özgür etkinliği için “gereksiz düşüncelerden sakınma" tutumuna ihtiyaç vardır. Ancak bunun tehlikesini de unutmamalıyız: Bilimsel araştırmada çoğu kez “gereksiz" diye düşünceden sakınmaya değil, düşünceye ihtiyaç vardır.

Şimdi fizikte bugünkü durumu ele alabiliriz. “Fizik” deyince, temel parçacıkları konu alan yüksek enerji fiziğini düşünüyorum. Böyle dar anlamda aldığım fizik alışık almadığımız mutlu bir dönem geçirmektedir. ... l91O'da atom dünyası ne denli yeni ve garip görünüyorduysa, günümüzde atom-altı parçacıklar dünyası o denli yeni ve garip bir görünüm sergilemektedir. Edinilen tüm deneysel bilgilere karşın, bu dünyaya ilişkin elimizde henüz kapsamlı bir teori yoktur.

Böyle bir durumda teorik fizikçiler hedef ve yöntemlerini matematiksel anlayış ölçütlerine göre belirler. Bu aşamada onun öncelikle yanıtlaması gereken, “Acaba teorim çalışacak mı?” sorusu değil. “Ulaştığım şey gerçekten bir teori midir?” sorusudur.

Teori oluşturma çabasında fizikçinin başvurduğu şey çoğu kez, daha önce öğrendiği birkaç genel ilkenin yanı sıra bazı matematik yöntemlerle hesaplama teknikleridir. Bunların ne tür bir birleşimiyle teorik sonuç alınabileceği matematik anlayışa kalmış bir sorundur.

Çağdaş teorik çalışmada başvurulan üç temel yöntem vardır. Bunlar, alan teorisi, S-matris teorisi ve grup teorisi diye bilinmektedir. Bu teoriler birbiriyle bağdaşmaz değildir; hiç değilse, verdikleri sonuçların birbiriyle çelişir nitelikte olduğu söylenemez. Şu kadar ki, farklı teorileri benimseyenlerin söyledikleri her zaman birbirini tutmamaktadır. Büyük bir olasılıkla doğayı anlamada her üç görüşün de verimli katkılarına tanık olacağız.

Söz konusu üç yöntem arasındaki fark yalnızca matematiksel içerik yönünden değil, bu içeriği işleme biçiminde de kendini göstermektedir. Alan teorisi matematiksel derinliğe ilişkin bir önyargıyla işe koyulmaktadır. Buna göre fizikte köklü anlama matematikte derinleşmeyle birlikle-gitmelidir. Bu nedenle matematiksel malzeme olarak Hilbert uzayında operatörler cebiri seçilir. Bu cebir başka birtakım karmaşık matematik yöntemlerle birleşerek gerçek dünyanın belirgin özelliklerini temsil edecek yapısal bir bütünlüğe kavuşturulur. Önemsenen ve vurgulanan deneysel sonuçlarla uyum sağlamak değil, fizik teoriyi matematiksel olarak kurmaktır. Sözü edilen üç temel yöntem içinde deneye en uzak duranı, matematiksel kesinliğe en büyük önem veren, fizikle ilişkisinde belirsiz kalırken, entelektüel amaçlarında en yüksek düzeye yönelik olan alan teorisidir. Bu yöntemin tutkunlarından biri olduğum için yetersiz kaldığı noktaları belirtmeye kendimi yetkili görüyorum.

S-matris teorisinde ise matematiksel malzemenin elden geldiğince basit tutulmasına özellikle özen gösterilir. Bu yöntemi karmaşık değişkenlerin standart analitik fonksiyonlar teorisi (ki, kimliğini XIX yüzyılın başlarında Fransız matematikçisi Augustin Cauchy'nin elinden çıktığı gibi korumaktadır) oluşturmaktadır. S-matris teorisinin matematiksel derinlikteki yetersizliğini deneysel verilere büyük ağırlık tanımasıyla dengelediği söylenebilir. Teori bir deney sonucunu, diğer deneylerin sonuçlarını kullanarak, hesaplama ve kestirme yoluna gitmektedir. Bazen öndeyiler, deney sonuçlarından bağımsız olarak, “temel ilkeler"e başvurma yoluyla hesaplanır. S-matris teorisinin sağladığı kolaylıklardan biri, hesaplama sürecinde oyunun kurallarını değiştirmeye elvermesidir. Yöntemin esnek yapısı teori oluşturmada kesin uygulamaya değil. bir tür sınama-yanılma yoluyla sonuç almaya olanak vermektedir. Araştırmanın her aşamasında, deneysel sonuçlarla yoklanan hipotezler yanlış çıktığında

ayıklanabilmekte, doğrulananlara dayanılarak ilerlenebilmektedir.

Deneyleri yorumlama ve yönlendirmede S-matris teorisinin sağladığı başarı göz alıcı bir düzeydedir. Benim, alan teorisini yeğlemem, tarihsel kanıtlara vurulduğunda, güvenilirliği kuşku çeken kişisel bir eğilime dayanmaktadır. S-matris teorisi, bana kalırsa çok basit, derinlikten yoksun, tümüyle alındığında yetersiz görünmektedir. öyle ki, bu teori her şeyi açıklama gücünde olduğunu ortaya koyacak olsa, doğrusu hayal kırıklığına düşer. “Yaratıcı"nın bu denli yüzeysel kalmış olmasına üzülürüm. Ama biliyorum ki, “O", beklemediğimiz biçimlerde derinleşme inceliğine sahiptir.

Son olarak, teorik fizikte kullanılan matematiksel yöntemlerden üçüncüsünü, grup teorisini ele alacağım. daha çok yüzyılımızın ilk çeyreğinden başlayarak giderek büyük derinlik ve güç kazanan bu teoriye daha ayrıntılı bakmak istiyorum. Teoride iki temel kavram, “grup” ile “temsil” kavramlarıdır. Grup bir küme işlem demektir; öyle ki, bunlardan art arda gerçekleştirilen herhangi ikisi birlikte kümeye dahil bir üçüncü işleme eşdeğerdir. Örneğin, üç boyutlu rotasyon grubu O_2, sıradan üç boyutlu uzayın sabit bir merkez çevresinde tüm rotasyonlar kümesi olarak tanımlanır. Buna göre, R_1 ile R_2 o türden iki rotasyon ise, ikisinin birleşimi R_3 gibi bir üçüncü rotasyonla eşleştirilebilir.

Bir grubun temsili ise bir küme sayı ile bu sayıları dönüştürecek bir kural demektir; öyle ki, gruba dahil her işlem, sayıların düzgün-tanımlanmış bir dönüştürmesini sağlar. Bir temsildeki dönüştürmeler, doğrusal (linear) olmakla sınırlıdır; yani, eğer belli bir dönüştürme p’yi p'ne q’yü q’ne yollarsa, bu aynı zamanda p+q’yü p'+q'ne yollaması demektir. O_3'ün temsiline bir örnek olarak, P gibi herhangi bir noktanın konumunu belirleyen üç koordinat (x, y, z) gösterilebilir. R gibi bir rotasyon uygulandığında, P noktası P' gibi koordinatları x', y' ve z' olan yeni bir noktaya kayar ve bu x, y, z için dönüştürme kuralını belirler. O_3'ün bu dönüşümüne üçlü temsil denir; çünkü bu üç sayıyı içine almaktadır.

Grup teorisinin fizikteki büyük gücü iki nedene bağlanabilir. Birincisi, kuantum mekaniğinin yasaları gereğince, ne zaman fiziksel bir nesnenin simetrisi varsa, bu simetriyi koruyan düzgün-tanımlanmış bir grup (G) işlem vardır: öyle ki, bu nesnenin olası kuantum durumları G'nin

temsilleriyle tam bir karşılaşım içindedir. İkincisi, tüm düzgün-davranışlı gruplarla temsillerinin sayım ve sınıflanması, grupların uygulanabileceği fiziksel durumlardan bağımsız olarak matematikçiler tarafından kesinlikle yapılmıştır. Bu iki nedenden grupların soyut niteliklerine ve temsillerine dayanan ve tüm mekanik ve dinamik modellerden kaçınan temel parçacıkların simetrilerinin katıksız soyut bir teorisini oluşturma olasılığı çıkmaktadır.

Somut grup teorisinden soyut grup teorisine geçişi örnek vererek, daha kolay açıklayabiliriz. Yoğunluğu son derece zayıf bir gaz içinde yüzen bir atomun uzayda yeğlediği hiçbir yönü yoktur: bu nedenle sıradan rotasyon grubun (O_3) simetrisine sahiptir. O_3'ün temsilleri arasında üçlü temsil de vardır. Bir birim spini olan atomun durumları bu temsillere aittir ve üçlü durum diye bilinir. Bunlar daima aynı enerjiyle üçlü gruplarda bulunur. Şimdi rotasyanal simetriyi bozacak şekilde manyetik bir alanın döndüğünü varsayalım: üç eşit enerji azıcık parçalanır ve üç durum spektroskopta spektral çizgilerin görünebilir üçlüsü olarak saptanabilir. Atomun rotasyanal simetrisine göre yapılan böyle bir durum sınıflaması uygulanan somut grup teorisine standart bir örnek oluşturur.

Şimdi farklı bir örnek verelim: “pions” denen üç tür temel tanecik vardır. Bunlardan biri artı yüklü, biri eksi yüklü, diğeri yüksüz (nötr) dür. Üçünün de kütleleri ve çekirdek etkileşimleri yaklaşık olarak denktir. Şimdi bunların 03 ile aynı soyut yapıya sahip, ancak sıradan uzay rotasyonlanyla ilgisi olmayan, bir O_3' grubunun üçlü bir temsili olduğunu düşünelim. Bu durumda O_3' oluşturan işlemlerin nitelikleri hakkında hiçbir şey bilmeksizin, yalnızca soyut grup teorisine dayanarak pionların birçok özelliklerini kestirebiliriz. Bundan daha ilginç olan, Nicholas Kemmer'in l938’de, ilk pion'un keşfinden tam dokuz yıl önce, soyut grup teorisine dayanan öndeyilerini yapmış olmasıdır. 03' grubu (kimi hafif değişimlerle) fizikte “izotopik spin grubu” diye bilinmektedir.

…………………………….

…………………………….

Görülüyor ki, teorik fizikte kullanabileceğimiz üç matematiksel yöntem ya da teori vardır: Alan teorisi, S-matris teorisi ve grup teorisi. Bunlardan

hiçbiri gerçek anlamda teori değildir. “Teori” deyince relativite teorisi veya kuantum mekaniği gibi büyük bir açıklama sistemi akla gelir. Oysa sözünü ettiğimiz yöntemler gereği kadar ne tam ne de istenilen bütünlüktedir. Kuşkusuz bu benim kişisel değerlendirmem. Uygulama amaçlarında başarılı da olsalar, benim bir teorinin yapısında aradığım estetik ölçülerin gerisinde kalmaktadır. Bu yüzden onları, “cehalet uçurumu üstüne kurulmuş kardan köprü" diye nitelemek eğilimindeyim. Karl Pearson'a borçlu olduğumuz bu parlak niteleme, genellikle benimsemekte güçlük çektiğimiz teorik düşüncelere uygulanır. Pearson, Gregor Mendel in kalıtım yasalarını bu yakıştırmayla yerine yoluna gitmişti.

[1] Hans Rcichenbach. *The Rise of Scientific Philosophy.* s. vii. (Bu kitap dilimize “Bilimsel Felsefenin Doğuşu” adıyla çevrilmiştir. Remzi Kitabevi, İstanbul, 1981).

[2] R B. Lindsay, *The Role of Science in Civilisation*, s. 7.

[3] N. Campbell, *What is Science?, s.* 27.

[4] Albert Einstein, “The Fundaments of Theoretical Physics,” *Science* 91, 1940.

[5] Bertrand Russell, *Religion* and *Science*, s. 8.

[6] A Einstein ve L. lnfeld, *The Evalutian of Physics*, s. 296.

[7] W. Heitler, *Man and Science*, s. 8.

[8] Albert Einstein,”Physics and Reality” *Scierıce and ldeas*, Edited by A. B. Arons and A. M. Bork, New York, 1964.

[9] R. J. Oppenheimer, (Makale). *Foundations for World Order,* University of Denver, 1949.

[10] Bkz. C: Yıldınm, *Science, Its Meanirıg and Method*, O.D.T.Ü. Ankara, 1971, s. 32.

[11] Bkz. B. Russell, *Religion and Science*, s. 8.

[12] C. M. E. Joad , Philosophy, s. 15-16.

[13] Rudolf Carnap, *Philosophy and Logical Syntax*, 1935.

[14] Hemen belirtmeli ki, bu yargı iki değerli mantık için doğrudur. “Üçüncü şıkkın imkânsızlığı” diye bilinen üçüncü ilke üç veya çok değerli mantık sistemleri için geçerli değildir.

[15] Bu tür kalıpların geçerli olup olmadığım, “Doğruluk Çizelgesi” denilen bir işleme başvurarak belirler, ya da denetleriz.

[16] A posteriori, doğruluğu yaşantı sonrası veya gözleme bağlı; a priori, doğruluğu yaşantı öncesi veya gözlemden bağımsız bilinebilir önermeleri nitelemek üzere kullanılan deyimlerdir.

[17] John Kemeny, *A Philosopher Looks at Science*, s. 16.

[18] Bu yargı genelleyici indüksiyon için doğrudur. Tam saymaya dayanan indüksiyon (Induction by Complete Emuneration)da sonuç kanıtlarla sınırlı tümel bir önerme olduğundan; kanıtların doğru olması halinde sonucun da doğru olması zorunludur. Ancak bu ne gerçek anlamda bir çıkarım, ne de bir genelleme niteliği taşımadığı için indüksiyon ile ilgili yargımızı değiştirmek için bir neden sayılmaz.

[19] llk diyagramda taranmış yer, yalancı olmayan politikacının olmadığını, ikinci diyagramda “X” işareti yalancı olmayan öğrencinin var olduğunu göstermektedir.

[20] “Evren” terimi istatistiksel anlamda kullanılmış olup, öncüllerde söz konusu nesnelerin dahil olduğu sonlu veya sonsuz bir sınıfın tümü demektir.

[21] H. Margenau, *Ethics and Science*. s. 44.

[22] B. Russell, *History of Westem Philosophy*. s. 858.

[23] Goldbach teoremi: Her çift sayıyı iki asal sayının toplamı olarak göstermek mümkündür. Örneğin: 4=1+3; 6=3+3; 8=3+5; 20=7+13...

Fermat teoremi n>2 ise, $x^n+y^n=z^n$ denklemini çözmek olanaksızdır. Yani, $x^3+y^3=z^3$ veya

$x^4+y^4=z^4$ vb. için, x, y, z'nin alabileceği hiçbir sayı yoktur.

{24} C.G. Hcmpcl. “On the Nature o f Mathematical Truth” *American Mathematical Morıthly.* Vol. 52 (1945).

{25} M. Brodbeck, “Logic and Scientific Method” in, *Handbook of Research on Teaching*, N. L., Cage, ed., (1963).

{26} Denklemde yer alan K tüm gezegenler için ayrı değeri alan bir değişmezdir.

{27} C. G. Hempel. aynı makale.

{28} H. Reichenbach, *The Rise of Scientifıc Philosophy*. s. 103.

{29} Geleneksel tanımlama yönteminin bilimde yetersizliği ile ilgili burada verdiğimiz açıklama ve örnekler, Carl G. Hempel'in *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, s.5'ten alınmıştır.

{30} K. R . Popper, The Logic of Scientific Discovery. s. 40.

{31} K. R . Popper, *The Logic of Scientific Discovery*. s. 41.

{32} “P⟶Q” koşulsal bir önerme kalıbı olup, “P doğru ise Q doğrudur” diye okunur.

{33} Bkz. B. Russell. *Mysticism and Logic,* s. 75.

{34} Bkz. John Losee, *A Historical lntroduction to the Philosophy of Science*, s. 6.

{35} Bkz. K. R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery,* s. 30.

{36} B. Russell, *The Scienlifıc Outlook*, s. 77; Kemeny, *A Philosopher l.ooks at Science*. s. 86.

{37} C. S. Peirce, *Essays in the Philosophy of Science*, s. 130.

{38} Bkz. J . Dewey, *How We Think; Logic: The Theory of Inguiry*.

{39} Bkz. N. R. Hanson. *Patterns of Discovery*. s. 11-13.

{40} Bilim tarihinde bu deneyin Galilco tarafından yapıldığı söylenir. Galileo, Aristoteles’ten beri doğru kabul edilen bir inancın, “aynı yükseklikten bırakılan iki cisimden ağır olanı yere daha hızlı düşer” inancının yanlışlığını göstermek istiyordu. Rivayete göre, Aristocu profesörler sabahleyin derslerine giderlerken, Galileo Pisa kulesinden biri ağır, biri hafif aynı maddeden iki cismi aynı anda bırakır. Aristo’nun asla yanılamayacağına inanan bu sözde bilim adamlarına iki cismin aynı zamanda yere değdiğini göstermeye çalışırdı.

{41} Bkz. C. Yıldırım, Science: Its Meaning and Method, s. 129.

{42} Bu tanım N. R. Campbell’e aittir. Bkz. *Measurement and Calculation.* London: Longmans. 1928.

{43} Bkz. C. Yıldırım, aynı kitap. s. 137.

{44} Ancak bu tür katıksız empiristlerin gözden kaçırdığı bir ayrım var. Russell bu ayrımı şöyle belirtmektedir: “Bir olguya ilişkin olarak ‘neden’ sorusunu sorduğumuzda, ya ‘Bu olgunun yönelik olduğu amaç nedir?’. ya da, ‘Bu olgunun ortaya çıkmasına yol açan ön koşullar nelerdir?’ anlamını dile getirmiş oluruz. Soruya ilk anlamında verilecek yanıt teleolojik bir açıklamayı, ikinci anlamında verilecek yanıt bilimsel türden bir açıklamayı simgeler. Deneyimler, bilimsel sonuçlara ancak ikinci türden açıklamalarla ulaşılabileceğini göstermiştir.” Bkz. B. Russell,

History of Western Philosophy, s. 86-87.

{45} Işığın bir mesafeyi belli bir zamanda aldığı buluşu yapılmadan önce ışığın uzayda bir noktadan başka bir noktaya geçişi, mesafe ne kadar geniş olursa olsun, anlık bir geçiş olarak düşünülürdü.

{46} Daha da ileri giderek, "Hiçbir zaman yalnızca deneyimden çıkarılamayacağını" ileri sürenler var. Bkz. W. Heitler. *Man and Science*, s. 8.

{47} Eylemsizlik ilkesine göre, herhangi bir dış kuvvetin etkisi olmadıkça bir cisim hareketsiz ise hareketsizliğini, hareket halinde ise bir doğru boyunca düzgün hızla hareketini sürdürür.

{48} Bkz. Karl Pearson. *The Grammar of Science, s.87*

{49} W. Heitler, *Man and Science,* s. 9-10

{50} Bkz. S. Toulmin, The Philosophy of Science, s. 101.

{51} Nitekim örneğimizdeki genelleme uzun süre doğru kabul edildiği halde, Avustralya'da bazı siyah kuğulara rastlandıktan sonra yanlışlanmıştır.

{52} Çıkarımdaki ∴ işareti, "O halde" bağlacını simgelemektedir.

{53} Hans Reichenbach, *The Rise of Scientific Philosophy*, s. 157-158

{54} Bertrand Russell, *Mysticism and Logic*, s. 180.

{55} Ernest Nagel, "Types of Causal Explanation in Science." Bkz. D.Lerner, *Cause and Effect*, s.3-15

{56} North-Holland Publishing Company-Amsterdam.

{57} Bkz. Aynı kitap, s. 12-34

{58} Heisenberg'in belirsiz ilkesi, hareket halindeki bir parçacığın konum ve momentumu ile ilgili herhangi bir ölçümün, en az Planck sabiti erg saniye birimiyle ($h = 6.6 \times 10^{-27}$) kadar bir belirsizlikle sonuçlanma zorunluluğunu içermektedir. Atom-altı düzeyde Planck sabiti önemli bir sayıdır; makro düzeyde inceleme konusu büyüklükler (örneğin cisimlerin kütleleri) bu sabite nazaran çok büyük olduğundan, belirsizlik son derece küçülmekte ve dolayısıyla determinist nedensellik geçerlilik kazanmaktadır. Ancak bundan makro düzeydeki ilişkilerin mikro düzeydeki ilişkilerin bir limiti olduğu, başka bir deyişle determinist görünen klasik fiziğin aslında probabilist olan atom-altı fiziğin özel bir hali olduğu sonucuna gidilebilir.

{59} Foton ışık enerjisinin çok küçük bir parçası olup, enerjisi Planck sabiti ile ışık frekansının çarpımına eşittir.

{60} Einstein burada evrenin istatistiksel yasalarla işlediği iddiasına yollama yapmaktadır.

{61} Bkz. B. L. Clive The Questioners: *Physicits And The Quantum Theory*. s. 242.

{62} Aynı kaynak, s.242

{63} Bkz. R. Carnap, *Philosophical Foundations of Physics*, s. 289.

{64} Aynı kaynak, s. 289-90

{65} Aynı kaynak, s. 291

{66} Aynı kaynak, s. 290

{67} Bu örnekler için bkz. C.G. Hempel, *Philosophy of Natural Science*, s.70-71

{68} R. B. Lindsay, *The Role of Science in Civilisation.* s. 22-23.

{69} H. Margeneau, "Interpretations and Misinterpretations of Operationalism". The *Validations of Scientific Theories.* Ed. P. G. Frank, s. 46.

{70} R. Carnap, *Philosophical Foundations of Physics.* s.240-241

{71} Bkz. C. C. Hempel, *Aspects of Scientific Explanations,* s. 180

{72} Aynı kaynak. s.180

{73} Aynı kaynak. s.182

{74} "Epistemik kurallar", "karşılaşım kuralları" veya "anlam postulaları" ile aynı anlama gelmektedir.

{75} Max Jammer, *Concept of Force*, s.3

{76} Bkz. C. G. Hempel, *Phylosophy of Natural Science*, s.76

{77} J. A. Coleman, *Relativity fort he Layman*, s.120-121

{78} B. Russell, "Nature and Oıigin of Scientific Method," *The Westem Tradition*, Vox Mundi, London 1949, s. 23-28. Bkz. Ek: 13 - Bilimsel Metodun Kökeni ve Niteliği, B. Russell.

{79} Jose Ortega y Gasset. *Revolt of Masses,* W. W. Norton, New York, 1932, s. 109.

{80} Bkz. René Dubos, *Dreamıs of Reason,* s. 149.

{81} Bkz. René Dubos, *The Dreams of Reason*, s.132-133

{82} René Dubos, aynı kitap, s.141

{83} E. Schrödinger, *Science and Humanism, s.8-9*

{84} J. Bronowski, *The Common Sense of Science, s.7-8*

{85} Bkz. Aynı kitap, s.11

{86} J. Bronowski, *Science and Human Values*, s.14

{87} Yazarın, *The Comman Sense of Science.* s. 20-25'ten çevrilmiştir. (C. Y.)

{88} Yazarın, *Philosophy and Logical Syntax* adlı kitabının 1. bölümünden bazı kısaltmalarla çevrilmiştir. (C. Y.)

{89} *The World of Mathematics* (J. R. Neraan, Ed.), s. 1635-44'ten çevrilmiştir. (C. Y.)

{90} Yazarların, *An Introduction to Logic and Scientific Method*, s. 407-417'den çevrilmiştir. (C.Y.)

{91} Okuyucu, söz konusu kitabı bulamazsa, Çevirenin *Mantık El Kitabı'*na (Gerçek Yayınevi, İstanbul, l976) başvurabilir. Bkz. s. 222-227. (Bu kitabın 2. basımı, *MANTIK:* Doğru *Düşünme Yöntemi* adıyla l987'de V Yayınları arasında çıkmıştır.)

{92} Yazarın, *Conjectures and Refutations,* s. 33-37'den çevrilmiştir. (C.Y.)

{93} Yazarın, *The Rise of Scientific Philosophy*, s.229-233'ten bazı kısaltmalarla çevrilmiştir. (C.Y.)

{94} Yazarın, The Common Sense of Science, s.30-38'den çevrilerek alınmıştır. (C.Y.)

[95] *Journal of Philosophy*, Vol. LV, No: 25, December, 1958

İki ana bölümden oluşan metnin yalnız birinci bölümü çevrilerek alınmıştır. (C.Y.)

[96] "Stellar parallax" astronomide bir terim olup, şöyle tanımlanabilir: Bir yıldızın, dünyadaki gözlemcinin konumundaki değişiklikten ileri gelen, yönündeki fark ya da konumundaki kayma. (Çeviren)

[97] Yazarın The Logic *of the Sciences arid the Humanities*, I. bölümünden bazı kısaltmalarla çevrilmiştir. (C. Y.)

[98] *An Introduction to Logic and Scientific Method.* Bkz. Ek 4. (Çeviren)

[99] Yazarın, *The Rise of Scientific Philosophy*, 6. Bölümünün bazı kısaltmalarla çevirisi. (C.Y.)

[100] Yazarın, *Essays in Science*, s. 12-21"den kısaltmalarla çevrilmiştir. (C.Y.)

[101] Yazarın, *The Structure of Scientific Revolutions* (Bilimsel Devrimlerin Yapısı) adlı yapıtının VII. Bölümü, s.66-76'dan çevrilmiştir. (C.Y.)

[102] *The Western Tradition*, Vox Mundi Ltd. London, 1949. s.23-28'den çevrilerek alınmıştır. (C.Y.)

[103] Yazarın, *The Art of the Soluble*, s.130-135'ten çevrilerek alınmıştır. (C.Y.)

[104] Aslında Shelley'in yazılarında bu savın tam tersini dile getiren sözlere de rastlamaktayız. Nitekim, *Şiir'in Savunması* adlı yapıtında şiiri tüm düzen ve güzellik biçimlerini kucaklayan "evrensel" anlamda tanımlarken yalnız dar anlamda şiiri değil, bilimi de tanımın kapsamına almaktaydı. Hatta, şiir "tüm bilimi kapsar", diyordu. Oysa, daha önceleri akılla imgelemi karşıt kutuplar olarak göstermişti.

[105] Bu metin, *Mathematics in the Modern World*'den (Ed. M. Kline) kısaltmalarla çevrilmiştir. (C.Y.)

[106] A.N. Whitehead'ın ilginç bulduğumuz bir belirlemesi akla gelmektedir. Kurucularını unutmakta duraksayan bir bilim kendini bulamaz. Mantığın çoraklığını bu duraksamayla açıklıyorum. (Çeviren)